تصوير ابو عبد الرحمن الكردي

مغز و فرایند یادگیری

انطباق روش‌های یاددهی - یادگیری و عملکرد مغز انسان

نویسنده: پاتریشیا ولف

مترجم: داود ابوالقاسمی





مغز و فرایند یادگیری

انطباق روش‌های یاددهی-یادگیری
و عملکرد مغز انسان

نویسنده: پاتریشیا ولف

مترجم: داود ابوالقاسمی

ولف، پاتریشیا
مغز و فرایند یادگیری: انطباق روش‌های یاددهی ـ یادگیری و عملکرد مغز انسان/ نویسنده پاتریشیا ولف؛ مترجم داود ابوالقاسمی. ـ تهران: مدرسه، ۱۳۸۲.
۲۰۸ ص. : مصور.
I.S.B.N: 978-964-385-147-7

فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
چاپ چهارم: ۱۳۸۸.
۱. آموختن ـ روانشناسی. ۲. مغز. ۳. تدریس. الف. ابوالقاسمی، داود، ۱۳۵۲ ـ ، مترجم. ب.عنوان. ج. عنوان: انطباق روش‌های یاددهی و یادگیری و عملکرد مغز انسان.

LB ۱۰۵۷ / و ۸ م ۶ ۳۷۰/۱۵۲۳



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
وزارت آموزش وپرورش

مغز و فرایند یادگیری (انطباق روش‌های یاددهی ـ یادگیری و عملکرد مغز انسان)

نویسنده: پاتریشیا ولف
مترجم: داود ابوالقاسمی
طرح جلد از: شاپور حاتمی
چاپ اول: ۸۲/ چاپ چهارم: ۱۳۸۸
تیراژ چاپ اول تا سوم: ۱۱۶۵۰/ تیراژ چاپ چهارم: ۲۲۰۰ نسخه
لیتوگرافی، چاپ و صحافی از: چاپخانه مدرسه
قیمت: ۳۰۰۰۰ ریال

شابک ۷ ـ ۱۴۷ ـ ۳۸۵ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸
ISBN 978-964-385-147-7

نشانی: تهران ، خیابان سپهبد قرنی، پل کریمخان زند، کوچه شهید محمود حقیقت‌طلب، شماره ۸
تلفن: ۹ ـ ۸۸۸۰۰۳۲۴ دورنویس (فاکس): ۸۸۹۰۳۸۰۹
www.enma.ir

فهرست کتاب

* خلاصه‌ای دربارهٔ کتاب

این حقیقت وجود دارد که هر کاری در مدرسه و کلاس باید براساس دانش ما دربارهٔ روش یادگیری مغز استوار باشد. اما تا چند سال اخیر سرنخ‌های اندکی دربارهٔ اسرار مغز وجود داشت. در حال حاضر پژوهش‌های ارائه شده توسط علوم عصب‌شناسی و مغز، درک ما را از فرایند یادگیری افزوده و مبنای خوبی برای تصمیم‌گیری‌های آموزشی ارائه نموده‌اند. در این کتاب، نویسنده این حقیقت را روشن کرده است که قبل از تلاش برای تطبیق تدریس با عملکرد مغز باید از نحوهٔ کار مغز اطلاع داشته باشیم.

این کتاب به سه بخش تقسیم شده است: بخش اول به آناتومی و فیزیولوژی مغز انسان پرداخته است که نسبتاً بخشی تخصصی است. خوانندگان این کتاب می‌توانند از خواندن این بخش در قدم اوّل صرف‌نظر کنند و به مطالعه بخش‌های دیگر بپردازند و هرگاه به توضیحاتی درباره بخش‌های مغز نیاز داشتند به این بخش مراجعه کنند (در انتهای کتاب نیز واژه‌نامه‌ای تهیه شده است که واژه‌های خاص فیزیولوژی را شرح داده است). در بخش دوم، مدلی درباره نحوه پردازش اطلاعات ارائه می‌شود که به همراه آن نکات کاربردی این مدل پردازش اطلاعات برای فعالیت‌های کلاسی نیز ارائه شده است؛ برای مثال: چرا معنا و مفهوم برای جلب توجه ضروری است؟ چه طور احساس، یادگیری را تقویت یا تضعیف می‌کند؟ در بخش سوم، راهکار (استراتژی‌های) تدریس که منطبق با مناسب‌ترین روش یادگیری مغز است ارائه شده است که این راهکارها به وسیله «همانندسازی»، «انجام پروژه»، «موسیقی»، «نوشتار»، «فعالیت‌های دیداری - شنیداری» و «یادافزایی» اجرا می‌شوند.

پیشگفتار و قدردانی

بعضی از دانشمندان و آموزگاران تصور می‌کنند کاربست تحقیقات انجام شده روی مغز در کلاس هنوز زود است؛ چون، به اندازهٔ کافی اطلاعات نداریم. به نظر آنها، این کار آن قدر جدید بوده و یافته‌های موضوعات متنوع آن، آن‌قدر کم است که احتمال می‌رود فرضیاتی اشتباه و حتی شاید کاربردهای خطرناکی بسازیم.

از یک طرف، احتیاط آنها منطقی است. آموزگاران، تاریخی دارند **سرشار از پیروی‌های کم دقت** از یکدیگر که اغلب نظریات اثبات نشده‌ای را به عنوان واقعیت قبول کرده‌اند و روش‌هایی را نیز بدون تحلیل دقیق تأثیرشان به کار بسته‌اند. هنوز چیزهای بسیار زیادی در مورد کارکرد مغز وجود دارد که ما نمی‌دانیم.

تحقیق روی علم اعصاب، دوران ابتدایی خود را می‌گذراند و مطالعات جدید اغلب یافته‌های ماه پیش را نقض می‌کنند.

از طرف دیگر، **عاقلانه** نخواهد بود که صبر کنیم تا تمامی تحقیقات انجام شود و اطمینان مطلق پیدا کنیم و بعد از آن، مطالعه روی مغز و تبادل نظر در مورد کاربردهای یافته‌های تحقیقات را شروع کنیم.

بیشتر تحقیقات، آنچه را که آموزگاران مجرب مدت‌ها می‌دانسته و در کلاس‌ها به کار بسته‌اند را تأیید می‌کنند. آنچه که تحقیقات در این جا اضافه می‌کند درکی نسبی است از این که چرا برخی روش‌ها و فرایندهای مشخص کارآمد هستند؛ در نتیجه، دیگر مجبور نیستیم طبق شم و شهود (intution) خود عمل کنیم بلکه می‌توانیم دلیل منطقی کارهایی را که انجام می‌دهیم به زبان بیاوریم و توضیح دهیم. مدلین هانتر (Madeline Hunter) معتقد بود مشکلی که در مورد آموزش بر اساس شهود وجود دارد این است که این دانش شهودی عقبه‌ای ندارد و قابل انتقال به دیگران نیست؛ به همین دلیل، آموزگاران اغلب برای توضیح مهارت‌های تدریس به دیگران مشکل داشته‌اند. این که بگوییم برای

آموزش به شناخت مغز نیاز نیست درست مثل این است که بگوییم پزشک برای درمان بدن نیاز به شناختن آن ندارد. در گذشته، مغز در نظر مردم یک جعبهٔ سیاه بود و رازی که درک آن غیرممکن است. می‌توانستیم ببینیم چه به آن وارد و از آن خارج می‌شود امّا درکی از عملکرد داخلی آن نداشتیم. اکنون که تحقیقات شروع به باز کردن این جعبهٔ اسرار آمیز کرده است، عاقلانه نخواهد بود اگر این مطالعات را نادیده بگیریم و بگوییم که هیچ اشاراتی برای آموزش و یادگیری ندارند. در حقیقت، ما هرچه بهتر مغز را بشناسیم، بیشتر قادر خواهیم بود آن را آموزش دهیم.

در ضمن برای تحلیل موشکافانهٔ مغز و حجم بالای اطلاعات علمی عصبی ـ که تقریباً هر روزه به ما می‌رسد ـ نیز به درکی کاربردی از مغز و نحوهٔ عملکرد آن نیازمندیم. بعضی از این اطلاعات به طور دقیق گزارش شده‌اند و قابل اعتماد هستند، در حالی که به یافته‌های دیگر تنها اشاره‌ای شده است که باعث درک غلط موضوع می‌شود. اگر قرار است ما فایدهٔ کاملی از این اطلاعات ببریم (و در قلمرو حرفه‌ای‌ها به شمار آییم)، لازم است که پایهٔ دانش محکمی بسازیم که درک دقیقی از تحقیقات را منعکس می‌کند. امّا برای مطالعه و فهم نتایج تحقیقات باید با فرایندها و قوانینی که مورد استفاده قرار گرفته‌اند آشنا باشیم و در مورد ساختار و کارکرد مغز بدانیم.

* * *

اغلب اوقات رسانه‌ها **براساس مطالعه‌ای سطحی** حقایقی در مورد کارکرد مغز گزارش می‌دهند یا بدتر این که مطالعاتی که بسیار ضعیف انجام شده‌اند را گزارش می‌کنند. این کار منجر می‌شود به چیزی که ما آن را دانش غلط نام می‌نهیم؛ یعنی، جملاتی که اغلب با این عبارت آغاز می‌شوند: «تحقیقات ثابت می‌کند که...»؛ حال آن که در واقع این مطالعات قبل از این‌که معتبر و قابل اعتماد شناخته شوند باید در شرایط مختلف و با عناصر دیگر دوباره تکرار شوند.

من از لحاظ علمی نه متخصص اعصاب هستم و نه محقق. من تمامی کارم را صرف تدریس در تقریباً کلیهٔ سطوح کرده‌ام و در بیست سال گذشته تقریباً با آموزگاران تمامی

سطوح و دروس مختلف کار کرده‌ام. علاقهٔ من به تحقیقاتِ مغزی در اوایل دههٔ ۸۰ میلادی شروع شد؛ یعنی، زمانی که به عنوان آموزگار ضمن خدمت کارمندان، کلاس‌هایی را در مورد روش‌های آموزشی مؤثر در دست داشتم. در حال انجام تحقیقاتم برای فهم این که چرا برخی روش‌ها خوب جواب می‌دهند و بعضی بی‌فایده هستند، کم‌کم از منابعی که از مطالعاتی بر روی مغز و نحوهٔ جذب و ذخیرهٔ اطلاعات صحبت می‌کردند، اطلاعاتی به دست آوردم. این خیلی جالب بود. تصور کنید که اطلاعاتی علمی داشته باشید تا از فعالیت های کلاسی که با آموزگاران دیگر استفاده می‌کردیم، پشتیبانی کند.

امّا این کار آن‌قدرها هم که من تصور کرده بودم ساده نبود. اوّل این که یافتن آن منابع مشکل بود و تازه وقتی آنها را می‌یافتم، زبان آن منابع برایم بیگانه بود. من هیچ درک کاربردی از مغز نداشتم؛ بنابراین، واژه‌های استفاده شده برای من معنی کمی داشتند. دوم این که، هیچ کدام از تحقیقات در مورد کاربردهای علمی خارج از محدودهٔ علمی چیزی نمی‌گفتند، چه رسد به اطلاعات تخصصی دربارهٔ این که این یافته‌ها چگونه ممکن است در زمینهٔ آموزش به کار گرفته شوند. چند سالی طول کشید تا کتابی یافتم که دربارهٔ مغز با عبارات غیر علمی صحبت می‌کرد. نام این کتاب دنیای یک کیلو و نیمی بود که توسط **هوپر** (Hooper) و **ترسی** (Teresi) در سال ۱۹۸۶ نوشته شده بود. امروز در کتابخانه‌ام تقریباً صد کتاب در مورد مغز وجود دارد که بسیاری از آنان توسط متخصصان مغز برای استفاده عموم نوشته شده است و بعضی از آنها نیز در واقع در مورد فرایند یادگیری صحبت می‌کنند.

حتماً در سال‌های اخیر یک انفجار اطلاعاتی و افزایش علاقه در مورد مغز به وجود آمده است.

اگر چه به نظر می‌رسد بیشتر مردم از اطلاعات مربوط به کارکرد مغزشان لذت می‌برند، امّا احتمالاً آموزگاران بیشترین اشتیاق را به این تحقیقات نشان داده‌اند؛ زیرا ممکن است در مورد بعضی از مشکلاتی که ما برای مدت‌های طولانی با آنها

می‌جنگیده‌ایم، پاسخ‌هایی در آنها باشد؛ مانند: چرا بعضی از دانش‌آموزان خواندن را خیلی سریع یاد می‌گیرند و بقیه به سختی این فرایند را فرا می‌گیرند؟ چه طور ممکن است که دانش‌آموزان روز بعد از تعطیلات آخر هفته درس را به طور عالی یاد می‌گیرند و روز دوم هفته طوری عمل می‌کنند گویی که تا به حال این اطلاعات را نشنیده‌اند؟ چرا فهمیدن برخی از مفاهیم به ظاهر ساده برای بعضی از دانش‌آموزان این قدر سخت است در حالی که دیگران با این مفاهیم مشکلی ندارند؟ چه چیزی باعث ایجاد مشکل در روابط اجتماعی برخی دانش‌آموزان می‌شود و چگونه می‌توانیم دانش‌آموزان ناتوان در ایجاد روابط اجتماعی و نیز مبتلا به دیگر اختلالات را کمک کنیم؟ هنوز هم ما پاسخ تمامی این پرسش‌ها را نداریم، امّا داریم به پاسخ نزدیکتر می‌شویم و امکان داشتن یک پایگاه اطلاعاتی بهتر دربارهٔ فرایند آموزش و یادگیری چیزی است که آموزگاران اشتیاق فراوانی برای آن دارند. اگر چه ما دانشمند یا محقق نیستیم، امّا در آزمایشگاهی کار می‌کنیم که به آن کلاس درس می‌گویند و دانش و درک بسیار زیادی از فرایند آموزش و یادگیری داریم. ما این دانش را از طریق تجربه و تحقیق در روان شناسی آموزشی، روان‌شناسی شناختی و روش‌های تدریس به دست آورده‌ایم. این وظیفهٔ ماست که بگوییم چگونه تحقیق روی تمامی این منابع، به بهترین وجه کار عملی ما را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

من تلاش کرده‌ام تا در توضیحات خودم دقیق باشم. این توضیحات درک شخصی من از یک موضوع پیچیده است. اشارات و کاربردها همگی (به جز چند استثنا) حاصل خلاقیت خود من و براساس تجربهٔ شخصی و درکم از این تحقیق است. این کتاب تمامی اطلاعات جالب در مورد مغز را در برنمی‌گیرد؛ من فقط آن ابعادی از تحقیق را انتخاب کرده‌ام که فکر می‌کنم برای آموزگاران اهمیت بیشتری دارند.

همچنین این کتاب بیشتر شامل نکاتی مفید است تا پاسخ‌های مشخص؛ زیرا این موضوع بسیار جدید است و تمامی متخصصان اعصاب با این یافته‌ها موافق نیستند. با این وجود، من معتقدم که متمرکز کردن آموزش ضمن خدمت کارمندان روی نتایج

تحقیقات روی مغز نه تنها علاقه و مطالعه بعدی را باعث خواهد شد، بلکه چارچوب جدیدتری نیز برای درک کار سخت و پیچیدهٔ آموزش مغز انسان فراهم خواهد آورد.

این کتاب به سه بخش تقسیم شده است. **بخش اوّل** در مورد روش‌های مختلف تصویربرداری از مغز و آناتومی مغز است. این بخش مطالب نسبتاً فنی را در برمی‌گیرد و خوانندگان می‌توانند در ابتدا نگاهی اجمالی به آن بیندازند و بعد وقتی بقیهٔ کتاب را می‌خوانند، هر کجا که لازم شد به این بخش بازگردند (فهرست واژه‌ها که در انتهای کتاب آمده است، اصطلاحاتی را که ممکن است برای بعضی از خوانندگان ناآشنا باشند توضیح می‌دهد). **بخش دوم**، الگویی از چگونگی پردازش اطلاعات توسط مغز را ارائه می‌دهد. برخی از اشارات این فصل این فرایند را برای کار کلاسی بررسی می‌کند. **بخش سوم**، مثال‌هایی را ارائه می‌دهد از روش‌های تدریس که از طریق پروژه‌ها، مشابه‌سازی‌ها، مواد کمک آموزشی تصویری، موسیقی، نوشتار و روش‌های تقویت‌کنندهٔ حافظه با بهترین نحوهٔ یادگیری مغز تطابق دارند.

افراد زیادی به آنچه که من می‌دانم کمک کرده‌اند و در این کتاب مطالبی نوشته‌اند. مدلین هانتر (Madeline Hunter) بهترین استاد، دوست و مشاور من بود. او به من کمک کرد تا بفهمم که تدریس، هم علم است و هم هنر.

ماریان دایموند (Marian Diamond) حکمت و دانش وسیعش را با من قسمت کرد و مرا تشویق کرد که به طور تحلیلی مطالعه کنم و با دقت بنویسم.

آموزگارانی از سرتاسر دنیا به بخشندگی فراوان راهکارهای عملی و روش‌های خود را در اختیار من گذاشته‌اند. من نهایت تشکر را از اساتید بزرگوار زیر دارم:

ماری بانوئلوس (Marie Banuelos)، ژان بلیدز (Jean Blaydes)، بلیندا بورگارد (Belinda Borgaard)، یوهان کارلسون (Joan Carlson)، ماریلین هرای‌کاوک (Marilyn Hrycauk)، آلیس جکسون (Alice Jackson)، جیمز جانسون (James Johnson)، برایان جونز (Brian Jones)، الن لیونگ (Ellen Ljung)، ماری مارتین(Mary Martin)، تد میگدال (Ted Migdal)، ژانت مندلسون (Janet Mendelson)، جین پولیت (Jane Politte) ، بونی شاوس

(Bonnie Shouse) ، رامونا اسمیت (Ramona Smith)، مارنی سورجن (Marny Sorgen)، ژانت استین من (Janet Steinman)، آن وست واتر (Anne Westwater) و آلن فیسک - ویلیامز (Alan Fisk - Williams)، که تمامی روش‌های ایشان در این کتاب آمده است.

اگر به خاطر ران براندت (Ron Brandt)، جویس مک لئود (Joyce Mcleod)، ویراستار بنده و باب اسلای وستر (Bod Slywester) که مرا متقاعد کرد می‌توانم بنویسم،نبود، در حالی که مطمئن بودم که نمی‌توانم، هرگز این کتاب نوشته نمی‌شد. من از آنها به خاطر تشویق، بازخورد متخصصانه و حمایت‌هایشان سپاسگزارم. آنها بهترین اساتید من بوده‌اند. اگر این کتاب ارزش خواندن را دارد به این دلیل است که، آن‌وست‌واتر (Anne Westwater)، تری تاچر (Terry Thatcher) و جان ویلر (John Wheeler)، سهم بسزایی در اعتبار آن دارند. آنها خاضعانه تمامی این کتاب را خواندند، باز خوردی بسیار گرانبها در مورد محتوا و سبک نوشتار آن داشتند و من را در جهت نگارش درست یاری کردند.

بخش اوّل

ساختار و عملکرد مغز انسان

مغز انسان بزرگترین عضو بدن نیست. وزن مغز حدود ۱/۵ کیلوست که کمتر از وزن پوست اطراف بدن است. با این وجود این ساختار حیرت‌انگیز منبع تمامی رفتار انسان و به طور همزمان کنترل‌کنندۀ بسیاری از عملکردهای بسیار پیچیده است.

در کوتاهترین طول زمان که اندازه‌گیری آن برای انسان‌ها غیرممکن است، مغز اطلاعات را دریافت می‌کند و آن را برای پردازش به محل مناسب می‌فرستد. سپس مغز به شما امکان می‌دهد تا با کنترل حرکات عضلاتتان طبق این اطلاعات عمل کنید. مغز شما احساساتی را به وجود می‌آورد و شما را از آن آگاه می‌سازد.

مغز منبع شناخت، حافظه، افکار و آنچه که ما آن را هوش می‌نامیم است. توانایی شما برای سخن گفتن و فهم گفتار دیگران حاصل کار مغز است.

نیازی نیست که شما نگران کنترل ضربان قلب، تعرّق، تنفس، ترشح هورمون یا سیستم ایمنی خود باشید، مغز این کارها را برای شما به طور ناخودآگاه و خودکار انجام می‌دهد.

در بخش اوّل، با نگاهی به ساختارهای اصلی مغز و کارهایی که انجام می‌دهند،

ممکن است شما از خود بپرسید که چرا باید این مطالب را بدانید. آیا این کافی نیست که فقط طرح اصلی یافته‌های کلّی در مورد نحوهٔ یادگیری مغز را بدون فهم ساختارهای فعال مشخص کنیم؟ نمی‌شود یک فهم کلی از یافته‌های تحقیقات را داشته باشیم و حتی این یافته‌ها را بدون درک واقعی آنچه در مغز اتفاق می‌افتد به کار بندیم؟ شاید ممکن باشد، امّا من معتقدم که اگر قرار است ما از علم اعصاب یا علم تحقیق شناختی به طور دقیق استفاده کنیم یا حتی گزارشات این تحقیقات را با هر نوع درکی در رسانه‌ها بخوانیم، لازم است که اطلاعاتی کاربردی از مغز انسان داشته باشیم. لسلی هارت (Leslie Hart ،۱۹۸۳) در کتاب خودش «مغز انسان، یادگیری انسان» می‌گوید: چه منطق ضعیفی خواهد بود اگر وسیله‌ای را طراحی کنیم که توسط دست‌های انسان‌ها استفاده می‌شود، امّا مطمئن نباشیم که عملکرد طبیعی دست ها را در نظر گرفته‌ایم یا نه. همچنین ما بدون این که مغز و نحوهٔ عملکرد آن را در نظر بگیریم، نباید شروع به طراحی راهکارهایی برای تدریس به مغز انسان کنیم.

ما هرچه بیشتر مغز را بشناسیم بهتر می‌توانیم راهکارهایی طراحی کنیم که با بهترین نحوهٔ یادگیری مغز مطابق باشد. بیایید سفر مهیج خود را به دنیای شگفت‌انگیز درون شروع کنیم.

فصل اول

گشودن جعبهٔ سیاه مغز

مقدمه

ما در دو دههٔ اخیر بیشتر از تمامی طول تاریخ در مورد مغز و نحوه عملکرد آن مطلب آموخته‌ایم. چه چیزی به طور کل مسؤول این انفجار اطلاعات است؟ قسمت اعظم این پاسخ در فنّاوری پیشرفته است. سال‌ها پیش، تنها راه برای مطالعهٔ روی مغز، روش برش از مغز بود. و اگر چه مطالعهٔ مغز بعد از مرگ، حجم وسیعی از اطلاعات را در اختیار ما قرار می‌داد؛ برای مثال، مشخص کردن مناطقی که ما را قادر به تکلّم و فهم گفتار می‌سازند. امّا این مطالعه برای افزایش فهم ما از نحوهٔ پردازش و ذخیرهٔ اطلاعات یا مشکل بعضی دانش‌آموزان خاص در خواندن، کمک زیادی نمی‌کرد. امروزه، فنون تصویربرداری به ما این امکان را می‌دهند تا به مناطق مشخصی از مغز که یک انسان هنگام یادآوری یک اسم در مقابل یک فعل یا هنگام گوش کردن به موسیقی در مقابل ساختن یک آهنگ به کار می‌برد را ببینیم. ما می‌توانیم دقیقاً نگاهی به داخل مغز بیندازیم و ببینیم هنگامی که شخص درگیر فعالیت‌های مختلف ذهنی است کدام مناطق فعالتر هستند.

تاریخچهٔ تصویر برداری از مغز روش‌هایی را در بر می‌گیرد که اگر چه قدیمی و ابتدایی هستند، امّا امروزه هنوز به کار می‌روند. همان گونه که گفته شد، اوّلین روش تکه‌برداری است که از زمان لئوناردو داوینچی تا به امروز استفاده شده است و هنوز هم مفید است؛ برای مثال، دانشمندان با مطالعهٔ بافت مغزی افرادی که از بیماری آلزایمر مرده‌اند، نکات زیادی در مورد علت بیماری آلزایمر فرا گرفته‌اند. دانشمندان همچنین با مطالعهٔ افرادی که جراحت، سکته یا آسیب‌های مغزی داشته‌اند به خوبی رابطهٔ بین ساختار و عملکرد قسمت‌های مختلف مغز را شناخته‌اند.

برای مدت‌های زیادی نیز روی مغز حیوانات مطالعاتی انجام شده است تا درک ما از نحوهٔ کارکرد مغز افزایش یابد. این کار ممکن است؛ چون، مغز تمامی پستانداران به‌گونه‌ای مشابه عمل می‌کند. اگر چه بسیاری از روش‌های استفاده شده بر روی حیوانات در مورد انسان‌ها نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، امّا بعدها خواهید دید که این مطالعات اغلب برای افزایش دانش ما از نحوهٔ کارکرد مغز انسان مفید بوده‌اند.

فنون عکسبرداری از مغز

اشعهٔ ایکس

روش‌های تصویر برداری عصر الکترونیک کنونی با ساخت اشعهٔ ایکس که در سال ۱۸۹۵ کشف شد، آغاز شد. اشعهٔ ایکس امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بالا هستند که از اجسام غیرفلزی به راحتی عبور می‌کنند. وقتی امواج از اجسام عبور می‌کنند، اتم‌های جسم مورد آزمایش قسمتی از تشعشعات را جذب می‌کنند و قسمتی از امواج جذب نشده به یک صفحهٔ عکاسی برخورد کرده و آن را نور می‌دهند. هرچه اجسام متراکم‌تر باشند، روی صفحهٔ عکاسی روشنتر هستند؛ در حالی که اجسام با تراکم کمتر سیاهتر دیده می‌شوند. اگرچه این روش برای تشخیص شکستگی استخوان (یا مشاهدهٔ اجناسی که شما در فرودگاه حمل می‌کنید) خوب کار می‌کند، امّا این روش برای به تصویر کشیدن مغز و دیگر اعضای بدن که قسمت بیشتر آنها از بافتی نرم، که از لحاظ

تراکم اختلاف کمی در نقاط مختلف دارند، تشکیل شده‌اند فایدهٔ زیادی ندارد.

تصاویر رایانه‌ای برشی از مغز (CAT)

در اوایل دههٔ ۱۹۷۰ روشی ابداع شد تا درجه‌بندی سایه‌های خاکستری از مغز را از حدود ۲۵ درجهٔ نرمال اشعهٔ ایکس به ۲۰۰ برساند. این روش به عکسبرداری رایانه‌ای برشی از مغز (CAT) موسوم است. این روش از فنّاوری اشعهٔ ایکس استفاده می‌کند، امّا تصاویر دو بعدی را در مجموعه‌ای از برش‌های سه بعدی ترکیب می‌کند. تصویر حاصل از عکسبرداری (CAT) مانند اشعهٔ ایکس خاکستری هستند با این تفاوت که تصاویری که از مغز ارائه می‌دهند بسیار واضحتر و دقیقتر هستند. عصب‌شناسان و جراحان مغز هر روزه از این تصاویر استفاده می‌کنند تا محل تومورها را پیدا کنند و حجم تومورها و ضایعات یا آسیب‌های مغزی را مشخص کنند.

تصاویر اشعهٔ ایکس و CAT هر قدر هم که پیچیده و مفید باشند، باز نمی‌توانند عملکرد مغز را نشان دهند؛ یعنی همان چیزی که هدف اولیهٔ افرادی از ماست ـ کسانی که شغلشان شناخت فرایند یادگیری است.

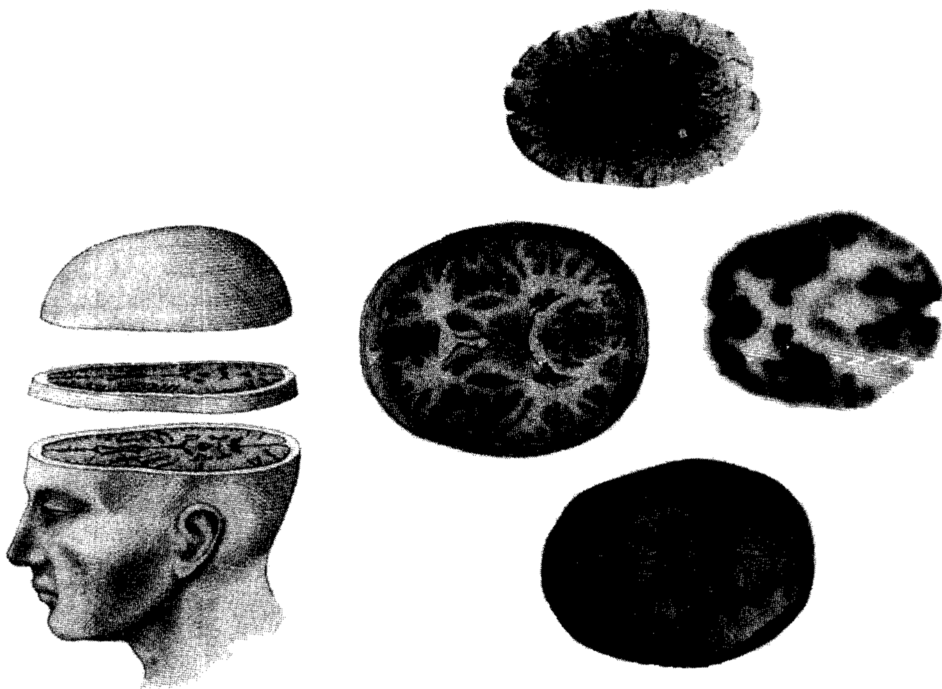
مشاهدهٔ مصرف انرژی مغز

ما برای این که بفهمیم برخی از روش‌های عکسبرداری جدید چگونه کار می‌کنند باید کمی اطلاعات اولیه در مورد استفادهٔ انرژی توسط مغز داشته باشیم. مغز ما حریص‌ترین عضو بدن ماست. مغزی که در حال استراحت است، ده برابر بیشتر از بقیهٔ بدن اکسیژن و گلوکز مصرف می‌کند؛ بنابراین اگر چه مغز ۲/۵ درصد از وزن بدن را تشکیل می‌دهد، امّا ۲۰ درصد از انرژی بدن را مصرف می‌کند.

منابع اصلی انرژی برای مغز، اکسیژن و گلوکز هستند که یک کربوهیدارت ساده است. وقتی بخش‌های مشخصی از مغز فعال هستند، سلول‌های آن بخش‌ها نیاز بیشتری به اکسیژن و گلوکز دارند. دانشمندان دریافتند که اگر بتوانند حرکت و مصرف هریک از

این مواد را در مغز ردیابی کنند، آن‌گاه قادر خواهند بود که بگویند کدام قسمت‌ها بیشترین فعالیت را دارند و بنابراین کدام قسمت‌ها مسؤول انجام یک عمل خاص هستند. حدود سال ۱۹۷۳ دانشمندان شروع به ساخت تجهیزاتی کردند که بتوانند تصاویری از مغز را با اندازه‌گیری پرتوهای منتشر شده به هنگام استفادهٔ مغز از اکسیژن و گلوکز ایجاد کنند. عکسبرداری برشی از پوزیترون (الکترون مثبت) منتشر شده (PET) و عکسبرداری طنین مغناطیسی (MRI)، دو روش به جامانده از روش‌های عکسبرداری از مغز هستند.

تصویر ۱ـ۱
روش‌های عکسبرداری



تصویر ۱ـ۱ مقایسه‌ای از سه عکس از یک برش از مغز را که توسط روش‌های CAT، PET و MRI به دست آمده‌اند را نشان می‌دهد.

اگر از ساعت ۹ این تصویر شروع کنید و در جهت عقربه‌های ساعت حرکت کنید، تصاویر به دست آمده با عکسبرداری استاندارد به ترتیب اشعهٔ ایکس، CAT، PET (که اغلب رنگی است) و MRI هستند.

تصاویر برشی از پوزیترون منتشر شده (PET)

روش عکسبرداری PET یکی از مهیج‌ترین پیشرفت‌ها در عکسبرداری از مغز است. این روش به دانشمندان امکان می‌دهد تا از مناطق کالبدشناختی مختلف مغزی که هنگام انجام کارهای مختلف ذهنی توسط یک فرد فعال می‌شوند عکسبرداری کند. مقدار کمی گلوکز رادیواکتیو به بدن شخص تزریق می‌شود و خون، گلوکز رادیواکتیو را به مغز می‌برد. شخص در یک دستگاه تصویربردار PET قرار داده می‌شود و از او می‌خواهند که در یک سری فعالیت‌های ذهنی مانند شنیدن، گفتن یا ساختن کلمات شرکت کند. به شخص یک اسم می‌دهند و از او می‌خواهند فعل مرتبط با آن را بسازد. مناطقی از مغز که مسؤول انجام این فعالیت‌های مختلف هستند بیشتر از مناطق دیگر از گلوکز رادیواکتیو استفاده می‌کنند. وقتی این اتفاق می‌افتد، مادهٔ رادیواکتیو ذرات ضد ماده‌ای به نام پوزیترون را منتشر می‌کنند و این پوزیترون‌ها با الکترون‌های مغز برخورد کرده اشعهٔ گاما تولید می‌کنند.

این اشعه‌های گاما از میان جمجمه حرکت می‌کنند و توسط گیرنده‌های خارج از سر ردیابی می‌شوند.

یک رایانه نیز با استفاده از این اطلاعات تصاویر رنگی را می‌سازد. مناطقی که بیشترین مصرف گلوکز را دارند و بنابراین بیشترین فعالیت را دارند به رنگ سفید، قرمز و زرد در می‌آیند و مناطقی که گلوکز کمتری مصرف کرده‌اند به رنگ سبز، آبی و بنفش در می‌آیند (پاسنر Posner و رایکل Raichle، ۱۹۹۷، صفحهٔ ۱۸).

روش عکسبرداری PET نقایصی نیز دارد؛ اوّل این که این روش نیاز به یک ردیاب رادیواکتیو دارد. هر شخص می‌تواند یک جلسه عکسبرداری (اغلب ۱۲ تصویر) در سال داشته باشد.

دوم این که نورون‌ها در هزارم ثانیه عمل می‌کنند، امّا برای گرفتن اطلاعات لازم برای ساخت یک تصویر با روش PET حدود ۴۰ ثانیه زمان لازم است؛ بنابراین، این که هر منطقه چه مدت زمانی فعال می‌ماند و نیز پیامدهای فعال‌سازی شبکهٔ عصبی، با این روش به دست نمی‌آید. سوم این که اگر چه یک عکس PET تصویری عالی از فعالیت کلی مغز می‌دهد، امّا منطقهٔ خاصی که در آن یک فعالیت اتفاق می‌افتد را نشان نمی‌دهد.

روش عکسبرداری طنین مغناطیسی کاربردی (FMRI)

این روش (FMRI) یکی از جدیدترین روش‌های تصویربرداری از مغز است که بعضی از نقایص روش PET را برطرف کرده است. برای این‌که با نحوهٔ کار این روش آشنا شویم باید ابتدا نگاهی به روش MRI اوّلیه بیندازیم. بخش زیادی از بدن انسان آب است که از مولکول‌های قطبی شدهٔ مغناطیسی ساخته شده است. روش MRI از این اصل علمی استفاده می‌کند که اتم‌های هیدروژن موجود در آب بدن می‌توانند در صورت قرارگرفتن در یک میدان مغناطیسی قوی، مانند آهنرباهای کوچک عمل کنند. یک دسته از امواج رادیویی که از دستگاه عکسبرداری MRI پرتاب می‌شوند، مولکول‌های آب درون بدن را به ارتعاش در می‌آورند و مولکول‌ها نیز علامات رادیویی خود را منتشر می‌کنند. این امواج توسط گیرنده‌هایی دنبال می‌شوند و اطلاعات توسط یک رایانه کنار هم قرار می‌گیرد و به شکل تصویر در می‌آید (گرین فیلد Green Field، ۱۹۹۷). عکسبرداری از بخش‌های مختلف توسط این روش، جزئیات بسیار دقیق‌تری را در مقایسه با روش CAT در اختیار ما می‌گذارد؛ زیرا شفافیت فضایی این نوع عکسبرداری به مراتب بهتر است. در تحقیقات مغزی از MRI بیشتر برای پیدا کردن تومورها و آسیب‌ها یا تشخیص دیگر مناطق مشکل‌دار استفاده می‌شود.

هدف اولیهٔ روش FMRI نه تنها نمایش دادن ساختارهای مغز بلکه فعالیت عصبی است. روش عکسبرداری FMRI که اولین بار در سال ۱۹۸۶ در امریکا استفاده شد در طول چند سال اخیر بسیار گسترش پیدا کرده است. دلیل عمدهٔ آن این است که دستگاه‌های عکسبرداری FMRI به وفور یافت می‌شوند و از طرفی، این دستگاه‌ها از دستگاه‌های عکسبرداری PET بسیار ارزانتر هستند.

FMRI خیلی شبیه به MRI استاندارد کار می‌کند. از فردی که روی او آزمایش می‌شود خواسته می‌شود که در فعالیتی مثل زدن انگشتان روی یک سطح یا شنیدن یک صدا شرکت کند. بخش‌هایی از مغز که مسؤول این فعالیت‌ها هستند نورون‌های خاصی را وادار به شلیک می‌کنند. این تحریکات عصبی نیازمند انرژی هستند، بنابراین، خون بیشتری به این نواحی جریان می‌یابد. اکسیژن موجود در خون میدان مغناطیسی را عوض می‌کند به طرزی که علامت‌های رادیویی منتشرشده متراکم‌تر می‌گردند.

دستگاه عکسبرداری FMRI این تغییرات را از لحاظ تراکم، دنبال و اندازه‌گیری می‌کند و یک تصویر رایانه‌ای می‌سازد. با کم کردن این تصویر از تصویر مغز در حال استراحت، رایانه یک تصویر دقیق از فعالیت‌های مغزی که مسؤول حرکت دادن انگشت یا گوش کردن به یک آهنگ هستند را می‌سازد. دستگاه عکسبرداری مجموعهٔ تندی از تصاویر به وجود می‌آورد که منجر به نوعی تصویر متحرک از فعالیت مغز می‌شود. جدیدترین دستگاه‌های عکسبرداری در هر ثانیه ۴ تصویر تولید می‌کنند. مغز انسان به یک محرک در حدود نیم ثانیه پاسخ می‌دهد؛ بنابراین، عکسبرداری سریع FMRI می‌تواند افت یا جریان یک فعالیت را در بخش‌های مختلف مغز در حال عکس‌العمل به محرک‌های مختلف یا انجام کارهای متفاوت، به وضوح نشان دهد؛ بنابراین، عکسبرداری قوی FMRI می‌تواند یک تصویر کاربردی از تمامی مغز را در مدت دو تا شش ثانیه در کنار هم قرار دهد در صورتی که در تصویربرداری PET، این عمل یک دقیقه طول می‌کشد. علاوه بر این، FMRI می‌تواند در عرض چند ثانیه تکرار شود، در حالی که در روش PET، ۹ دقیقه طول می‌کشد تا تشعشعات از بین بروند (کارتر، Carter،

۱۹۹۸).

همچنین FMRI از PET سالمتر است؛ چون نیازی به تزریق یک مادهٔ رادیواکتیو به بدن ندارد.

نوار مغزی (EEG)

اگر چه سرعت عکسبرداری FMRI تحسین برانگیز است، امّا این روش نمی‌تواند تغییرات الکتریکی سریعتری که هنگام ارتباط نورون‌ها با یکدیگر اتفاق می‌افتند را به دست آورد. دانشمندان برای این که تغییرات لحظه به لحظهٔ فعالیت عصبی را دنبال کنند باید به روش‌های دیگر مثل نوار مغزی روی بیاورند.

نوار مغزی ابزاری برای عکسبرداری است که بیش از نیم قرن مورد استفاده قرار گرفته است. این روش طرح‌های الکتریکی را که توسط نوسانات نورون‌ها به وجود آمده‌اند اندازه‌گیری می‌کند. حتی هنگام خواب این علامات الکتریکی به طور پیوسته در سرتاسر مغز تولید می‌شوند. بافت‌های بدن الکتریسیته را خوب منتقل می‌کنند؛ به نحوی که گیرنده‌های نصب شده روی کاسهٔ سر می‌توانند جریاناتی را که از طریق جمجمه و کاسهٔ سر از مغز بیرون می‌روند، دنبال کنند. دستگاه نوار مغزی این علامات را تقویت می‌کند و آنها را روی صفحه یا جداول کاغذی ثبت می‌کند. شاید شما با واژهٔ امواج مغزی آشنا باشید. این همان اسمی است که به طرح‌های مختلف فعالیت الکتریکی داده شده است.

فرکانس امواج مغزی با ثبت تعداد دورها یا نوسانات در ثانیه اندازه‌گیری می‌شود. هرچه نوسانات در ثانیه بیشتر باشند، فرکانس امواج نیز بالاتر می‌روند. در حال بیداری، امواج کوتاه و تند هستند و **امواج آلفا** نام دارند. نوسانات در بالاترین فرکانس، یعنی امواج بتا، در طول تمرکز (امواج بتا نوع ۱) و فعالیت فشردهٔ ذهنی (امواج بتا نوع ۲) اتفاق می‌افتند. وقتی ما خواب‌آلود می‌شویم و به خوابی سبک می‌رویم، امواج آرام می‌شوند و به آنها **امواج بتا** می‌گوییم. در صورت رفتن به خواب عمیق، امواج بلند و کندی به نام

امواج دلتا تولید می‌شوند.

نوار مغزی در دستان محققان و پزشکان مخصوصاً در زمینهٔ بیماری و طبیعت خواب ابزاری باارزش شده است، امّا در مباحث مرتبط با آموزش نظیر پردازش زبان نیز استفاده می‌شود. **پائولا تالال** (Paula Tallal) متخصص زبان در دانشگاه روتگرز (Rutgers) نواز مغزی را همراه با MRI استفاده کرده است تا مشخص کند که کودکانی با مهارت‌های زبانی طبیعی مغزهایی دارند که یک طرف آن، یعنی نیمهٔ چپ، بزرگتر و فعالتر از نیمهٔ راست آن است. این حرف منطقی است؛ زیرا ما می‌دانیم که در بیشتر مردم نیمهٔ چپ مغز کار پردازش زبانی و تولید گفتار را به عهده دارد. با این وجود، تالال دریافته است که مغز کودکانی که از اختلالات زبانی رنج می‌برند در هر دو طرف یعنی نیمهٔ راست و چپ دارای اندازه و فعالیت یکسان است. او مشخص کرد که نیمهٔ چپ مغز که کوچک بود به اندازهٔ کافی سریع نبود تا زبان را با سرعت طبیعی پردازش کند. یک برنامه به نام «به سرعت به پیش» که توسط **تالال و مایکل مرزنیچ** (Michael Merzenich) در دانشگاه کالیفرنیای سان‌فرانسیسکو طراحی شد به خوبی توانسته است سطح پردازش زبان را در بسیاری از کودکان که این تأخیر زبانی را به خاطر مغزشان دارند، سرعت ببخشند (تالال، ۲۰۰۰).

پیشرفت‌های قریب‌الوقوع

چندین روش عکسبرداری جدید وجود دارند که قرار است به ما تصاویری با جزئیات بیشتر از مغز و نحوهٔ عملکرد آن بدهند. از میان آنها، این روش‌ها وجود دارند: عکسبرداری برشی رایانه‌ای از انتشار تک فوتونی (SPECT)، طیف نمایی مادون قرمز نزدیک (NIRS) و نوار مغزی مغناطیسی (MEG).

عکسبرداری چند حالته که دو یا چند روش را با هم ترکیب می‌کند نیز به سرعت در حال فراگیر شدن است.

تحقیقاتی در دست انجام است تا ببینند که آیا تفاوت عصبی بین **خوانش‌پریشان** و

خوانندگان سالم وجود دارد (شیویتز Shaywitz، ۱۹۹۹)؟ مسألهٔ دیگری که برای والدین و آموزگاران اهمیت زیادی دارد اختلال کمبود توجه در فعالیت زیاد (ADHD) است.

مطالعات اوّلیه این نظریه را حمایت می‌کند که یک عملکرد ناقص عصبی شناختی زیربنایی، با رفتار کودکان و بزرگسالان مبتلا به این اختلال مرتبط است. تلاش برای شناخت اختلالات ارتباطی، اختلالات خوراکی، اختلالات وسواسی و دیگر مشکلاتی که عملکرد دانش‌آموزان را در مدرسه متأثر می‌سازد، در کانون توجه مطالعات بی‌شمار کنونی علم اعصاب است.

تفسیر عکسبرداری از مغز برای اهداف آموزشی

آیا روزی خواهد رسید که آموزگاران به دستگاه‌هایی دسترسی پیدا کنند که آنها را در تشخیص مشکلات خواندن و توجه دانش‌آموزان یاری کند؟ شاید خیلی هم دور از انتظار نباشد که این گونه بیندیشیم. امّا تا زمانی که این اتفاق بیفتد، ما باید بیشترین تلاش خود را بکنیم تا در مورد نحوهٔ عملکرد این روش‌های مختلف و کارهایی که می‌توانند و نمی‌توانند بکنند خودمان را آموزش دهیم. خیلی به ندرت اتفاق می‌افتد که علم اعصاب ثابت کند که یک روش خاصّ کلاسی مفید است، امّا اطلاعاتی که از علم اعصاب به ما می‌رسد به طور قطع می‌تواند پایه و اساس آگاهانه‌تری برای تصمیماتی که ما در مدارس و کلاس‌ها می‌گیریم برای ما فراهم آورد.

برای مثال، تصاویر PET از یک فرد در حال مطالعه نشان می‌دهند که وقتی شخص بی‌صدا می‌خواند بیشتر فعالیت در بخش پیشین مغز اتفاق می‌افتد تا مواقعی که شخص برای دیگران بلند می‌خواند. فعالیت در بخش پیشین مغز اغلب نشانگر تفکر سطح بالاتر است. از طرف دیگر، تصویر شخصی که بلند می‌خواند درخشش بیشتری را در بخش موتوری مغز نشان می‌دهد که گفتار را کنترل می‌کند، امّا جاهای دیگر مغز فعالیت بسیار کمی نشان می‌دهند. یک راه برای تفسیر این تصویر این است که وقتی شخصی بی‌صدا درس می‌خواند درک بهتری از آنچه که می‌خواند پیدا می‌کند.

آیا این تصاویر ثابت می‌کنند که دانش‌آموزان هرگز نباید بلند بخوانند؟ البته که نه. با این وجود، حالا که آموزگاران به این اطلاعات مسلح هستند، می‌توانند در مورد نحوهٔ ایجاد توازن بین خواندن بی‌صدا و بلند خواندن برای دستیابی به اطلاعات تشخیصی و نیز مشکلات رمزگشایی متن، تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند و نیز بیاموزند چگونه باید درک آنچه که خوانده می‌شود را تقویت کنند.

تمرین

۱ـ این فصل را به طور اجمالی مرور کنید و ببینید آیا می‌توانید تفاوت‌های اصلی بین تصاویر PET و FMRI را توضیح دهید.

۲ـ اگر شما این کتاب را به عنوان بخشی از یک مطالعهٔ گروهی می‌خوانید، از یکدیگر سؤال کنید تا مشکل مشترک دانش‌آموزان در یادگیری را بیابید و بگویید که کدام روش عکسبرداری از مغز ممکن است بیشترین اطلاعات را در مورد شناخت مشکل و علت آن فراهم کند.

۳ـ با استفاده از عکس‌های تصویر ۱ـ۱ به کسی که این کتاب را نخوانده است توضیح دهید که این عکس‌ها چگونه گرفته شده‌اند و نمایانگر چه چیزی هستند.

۴ـ توضیح دهید که روش‌های جدید عکسبرداری از مغز چگونه تفکرها دربارهٔ کار آموزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، امّا الزاماً ثابت نمی‌کنند که روش‌های خاصی مفید هستند.

فصل دوم

یک دورهٔ کوتاه کالبدشناسی مغز

نورون‌ها و ساختارهای زیرقشری مغز

تصور کنید که شما در حال هل دادن یک چرخدستی در بخش تره‌بار فروشگاه محلهٔ خود هستید. همان طوری که خودتان را در حال راه رفتن در راهروی پهن پرنور می‌بینید، جعبه‌های بسیار مرتبی می‌بینید که هر کدام حاوی یک میوه یا سبزی متفاوت است. آیا می‌توانید رنگ ارغوانی واضح بادمجان را ببینید؟ آیا بوی هلوهای رسیده را حس می‌کنید؟ تصور کنید که به جعبهٔ کلم نزدیک می‌شوید. یک کَلم بزرگ محکم بردارید و آن را روی ترازو بگذارید. شما اعداد را روی ترازو می‌خوانید و می‌بینید که کلم شما حدود ۱/۵ کیلو وزن دارد.

تواناییِ شما برای تولید ذهنی دربارهٔ داستان بالا با تمامی مناظر، احساسات لامسه، بوها و صداها نتیجهٔ کنش متقابل میلیون‌ها نورون در مغزی است که به سنگینی آن کلم است. آیا این عضوی شگفت‌انگیز نیست که شما را قادر می‌سازد تا نه تنها دنیای خارج از پوستهٔ استخوانی‌اش را تجربه کنید بلکه از این تجربه آگاه باشید و در مورد آن سخن بگویید؟ برای فهم بهتر مطلب، بیایید گشت و گذار خود از مغز انسان را با نگاهی به

ابتدایی‌ترین واحد ساختاری و کاربردی آن، یعنی سلول، آغاز کنیم.

شروع از ابتدا: سلول‌ها

تمامی بدن از سلول تشکیل شده است. عضلات، سطح داخلی روده‌ها، استخوان‌ها، پوست و مغز همه از میلیاردها سلول تشکیل شده‌اند. هر سلول یا هر گروه از سلول‌ها وظیفهٔ مشخصی دارد که باید انجام دهد. سلول‌هایی که سیستم عصبی مرکزی را تشکیل می‌دهند شامل مغز، نخاع و نیز سیستم هورمونی هستند که بیشترین کاربردهای کنترل بدن را انجام می‌دهند. دو نوع سلول، سیستم عصبی مرکزی را می‌سازند: نورون‌ها و سلول‌های بافت بین نورون‌ها. بیایید ابتدا به واحد کاربردی اساسی سیستم عصبی مرکزی، یعنی نورون‌ها، نگاهی داشته باشیم.

نورون‌ها

تعداد نورون‌ها که عمدتاً در مغز و نخاع (سیستم عصبی مرکزی) یافت می‌شوند به حدود ۱۰۰ میلیارد می‌رسد. آنها از دو جهت عمده با بیشتر سلول‌های بدن تفاوت دارند. اوّل این که به نظر می‌رسد نورون‌ها طبق یک برنامهٔ منظم مانند دیگر سلول‌ها تکثیر نمی‌شوند.

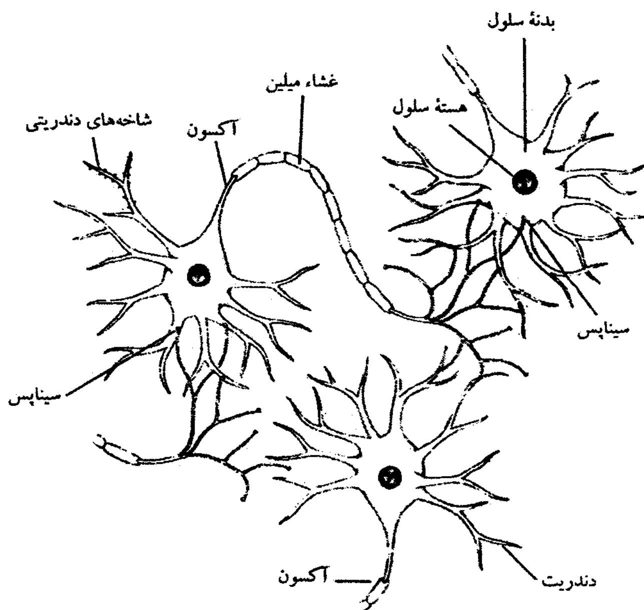
تقریباً تمامی سلول‌های بدن شما (سلول‌های پوست، خون و سطح داخلی روده‌ها) به طور دائم، هر چند روز یا چند ماه یک بار خود را تکثیر می‌کنند. به همین دلیل است که شما وقتی دست خود را می‌برید، پوستتان خوب می‌شود یا وقتی پایتان می‌شکند ـ اگر درست جا بیفتد ـ این شکستگی برطرف می‌شود. امّا اگر نورون‌ها در یک سکتهٔ مغزی یا ضایعات مغزی دیگر نابود شوند، به همین شکل تکثیر پیدا نمی‌کنند.

امّا خبرهای خوشحال کننده‌ای وجود دارد. ما همیشه تصور کرده‌ایم که انسان‌ها با تمامی نورون‌هایی که تا لحظهٔ مرگ خواهند داشت به دنیا می‌آیند. تحقیقات جدید این تصور غلط را زیر سؤال برده است. چندین مطالعه نشان داده‌اند که مغز افراد بالغ نورون‌های جدید می‌سازد؛ امّا این که این فرایند چگونه اتفاق می‌افتد و این سلول‌های جدید چگونه کار می‌کنند نیز کاملاً مشخص نگردیده است (گولد Gould ـ ریوز Reeves،

گرازیانو Graziano و گراس Gross، کمپرمان Kempermann، ۱۹۹۹ و گاژ Gage، ۱۹۹۹).

دومین تفاوت نورون‌ها با دیگر سلول‌ها، توانایی آنها در انتقال اطلاعات است. نورون‌ها با یکدیگر و درون شبکه‌ها به وسیلهٔ پیام‌های الکتریکی و شیمیایی ارتباط برقرار می‌کنند. برای ایجاد ارتباط، نورون‌ها باید شکلی متفاوت از دیگر سلول‌ها داشته باشند که این خود تفاوت سوم آنها با دیگر سلول‌هاست. در زبان یونانی واژهٔ نورون به معنای رشته است. در تصویر ۱ـ۲ می‌توانید ببینید که این سلول اسم خود را از این شکل عجیب گرفته است.

تصویر ۱ـ۲
نورون



نورون‌ها چندین شکل مختلف دارند. بعضی از آنها شکل هرم هستند و بقیه مانند یک برگ دریایی بزرگ هستند. نورون‌ها گذشته از شکلشان، تشکیل شده‌اند از یک بدنهٔ سلول یا سوما(Soma) که حاوی هسته است، هزاران رشتهٔ کوتاه به نام دندریت (که از کلمهٔ یونانی دندرا به معنی درخت گرفته شده است) و یک شاخه یا آکسون که معمولاً با یک مادهٔ چرب به نام میلین پوشانده شده است. دندریت‌ها اطلاعات را از سلول‌های دیگر دریافت می‌کنند. کار اصلی آکسون، رساندن اطلاعات به دیگر سلول‌هاست. انتهای آکسون شاخه شاخه می‌شود.

هر کدام از این شاخه‌ها به یک پایانهٔ آکسونی یا یک گلوله ختم می‌شود. نورون‌ها با انتقال پیام‌ها در محلّ اتصال بین پایانه‌های آکسونی (موسوم به سیناپس) و پرزهای روی دندریت‌ها یا بدنه‌های سلول با یکدیگر ارتباط الکتروشیمیایی برقرار می‌کنند.

تولید جنینی نورون‌ها

از هنگام لقاح و آبستنی تا لحظهٔ تولّد، فرایند شگفت‌انگیزی به نام نوروجنسیس یا تشکیل سیستم عصبی اتفاق می‌افتد. در طول این مدت است که: (۱) نورون‌ها از سلول‌های پایه‌ای یکسان به وجود می‌آیند؛ (۲) نورون‌ها از جایی که تولید شده‌اند به موقعیت نهایی خود مهاجرت می‌کنند؛ (۳) نورون‌ها در مناطق مشخص مغزی جمع می‌شوند؛ (۴) نورون‌ها شروع به ایجاد ارتباط بین یکدیگر می‌کنند.

اگر یک نوزاد در هنگام تولد حدود ۱۰۰ میلیارد نورون داشته باشد و هزاران میلیارد ارتباط به وجود آورده باشد، پس برای هر کسی روشن است که مغز دوران جنینی دائماً مشغول ساختن تمامی این سلول‌ها بوده است.

در مغز جنینی سلول‌ها تقسیم می‌شوند تا نورون‌های جدید را با سرعت شگفتی‌آور ۲۵۰/۰۰۰ سلول در دقیقه تولید کنند (کوان Cowan، ۱۹۷۹). صدها میلیارد نورون به وجود می‌آیند و خواهیم دید که این تعداد بسیار بیشتر از نورون‌های مورد نیاز است. سپس نورون‌ها در یک فرایند به نام مهاجرت، به محل‌های مشخص شده‌ای سفر

می‌کنند و در کنار هم به صورت لایه لایه، خوشه خوشه یا دسته دسته قرار می‌گیرند و ساختارهای بزرگی می‌سازند که مغز را تشکیل می‌دهند. به محض این که این اتفاق می‌افتد، سلول‌ها شروع به ایجاد ارتباطات سیناپسی تصادفی می‌کنند و باز هم بیشتر از آنچه لازم است این کار را می‌کنند. اگر نورون‌ها نتوانند نقاط ارتباطی سیناپسی کافی بسازند یا به محلّ اشتباهی مهاجرت کنند، این نورون‌ها در یک فرایند به نام آپوپتوسیس (Apoptosis) یا مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده نابود می‌شوند. خانم **ماریان دایموند** (Marian Diamond) محقق و عصب شناس، در کتابش به نام «درخت‌های جادویی ذهن» تخمین زده است که حدود ۵۰ درصد نورون‌های تولید شده، قبل از تولد توسط فرایند مرگ طبیعی سلولی از بین می‌روند (دایموند، دایموند و هاپسون Hapson، ۱۹۹۸). به نظر می‌رسد که هدف از فرایند مرگ طبیعی سلولی تنها از بین بردن نورون‌هایی که ارتباطات خوب نمی‌سازند نیست، بلکه تقویت ارتباطات به جامانده و شاید جلوگیری از پر شدن بیش از حدّ مغز از سلول‌هایی که خود درست کرده نیز از اهداف این فرایند باشند. مرگ طبیعی ناقص سلول‌ها می‌تواند پاسخی برای توانایی‌های شگفت‌انگیز نوابغ باشد همان طوری که عاملی تصادفی برای نقص‌های آنان در زمینه‌های دیگر نیز هست (کارتر Carter، ۱۹۹۸).

بعد از این که سلول‌های مغزی تولید شده، مهاجرت کرده و تعدادشان متعادل می‌شوند، نورون‌ها به طور تصادفی و بدون هیچ محرک خارجی شروع به شلیک می‌کنند تا ارتباطات خود را بسازند و به عبارتی مدارهای خود را آزمایش می‌کنند تا مطمئن شوند که این ارتباطات کار می‌کنند. باز هم یک فرایند هرس کردن اتفاق می‌افتد، امّا این بار حذف حواشی ارتباطات است که از بین می‌رود نه نورون‌ها. در اوایل سه ماههٔ سوم است که اعضای حسّی جنین کم‌کم کامل می‌شوند و می‌توانند به محرک‌های خارج از رحم واکنش نشان دهند. سوزان گرین فیلد (Susan Greenfield) در کتابش به نام «مغز انسان» یادآور می‌شود که حدود هفت ماهگی است که در رحم چین‌های روی سطح خارجی مغز کم‌کم ظاهر می‌شوند (گرین فیلد، ۱۹۹۷). در این زمان، جنین به درجهٔ

محسوسی از نور و نیز صدا پاسخ می‌دهد. بله، جنین قبل از تولد می آموزد. نوزادی که به دنیا می‌آید قادر است صدا و بوی مادرش را از دیگران تشخیص دهد و حتی می‌تواند موسیقی راکه قبل از تولد شنیده است تشخیص دهد (داویس Davis، ۱۹۹۷).

سلول‌های گلایل

با وجود این که تشکیل نورون‌ها و شبکهٔ آنها بسیار جالب است، امّا اگر همیاری سلول‌های یاری رسان مغز، همان سلول‌های گلایل ـ که به نوروگلیا نیز معروفند ـ نبود، این فرایند اتفاق نمی‌افتاد. واژهٔ گلایل از زبان یونانی مشتق شده و به معنای چسبناک است که نشان می‌دهد فرضیهٔ اشتباهی وجود داشته است که این سلول‌ها به نحوی نورون‌ها راکنار هم نگه می‌دارند. سلول‌های گلایل که تعدادشان ده برابر نورون‌هاست با نورون‌ها کاملاً متفاوت هستند. مهمترین تفاوت آنها این است که مانند نورون‌ها به طور مستقیم در پیام‌های الکتریکی شرکت نمی‌کنند ـ اگرچه بعضی از عملکردهای پشتیبان آنها در این فرایند کمک می‌کنند.

یکی از نقش‌های عمده‌ای که سلول‌های گلایل به عهده دارند، تشکیل مغز جنینی است. بعضی از این سلول‌ها، سلول‌های گلایل پرتوی، پیش از نورون‌ها از نقطهٔ سرچشمهٔ خود حرکت می‌کنند و برای نورون‌ها داربستی ایجاد می‌کنند تا از آن بالا بروند. مولکول‌های چسبناک خاصی نیز روی سلول‌های گلایل وجود دارند که نورون‌ها را هنگام مهاجرت به محل‌های از پیش تعیین شده، به یکی از شش لایهٔ قشر مغز، (که بعداً در این فصل بیشتر به آنها خواهیم پرداخت) راهنمایی می‌کنند. طبق نظر دکتر آرنولد شیبل (Arnuold Scheibel) مدیر سابق مؤسسهٔ تحقیقات مغزی دانشگاه کالیفرنیای لوس‌آنجلس، ممکن است در فرایند مهاجرت نورون‌ها اشتباهاتی پدید آید و شرایطی را به وجود بیاورد که بعدها به هنگام رشد کودک، خود را به شکل نوع خاصی از صرع، خوانش پریشی و شاید اسکیزوفرنی نشان دهد (شیبل، ۲۰۰۰).

نوع دیگری از سلول‌های گلایل، ماکروفاژ، پس از صدمات وارده به مناطق مغز، به از

بین بردن بقایای سلول‌های مرده کمک می‌کنند. سلول‌های گلایل دیگری نیز هستند که در بلوغ عصبی نقش مهمی بازی می‌کنند و مشخص می‌کنند که چه زمانی نورون‌ها آمادگی عملکرد مؤثر را دارند.

این سلول‌ها میلین تولید می‌کنند. میلین یک پوشش چند لایه به دور بعضی (و نه تمامی) آکسون‌هاست که حرکت ضربان الکتریکی را در این انشعابات بیشتر می‌کند. میلین رنگ روشنی دارد و مادهٔ سفید مغز نیز اسم خود را از آن گرفته است.

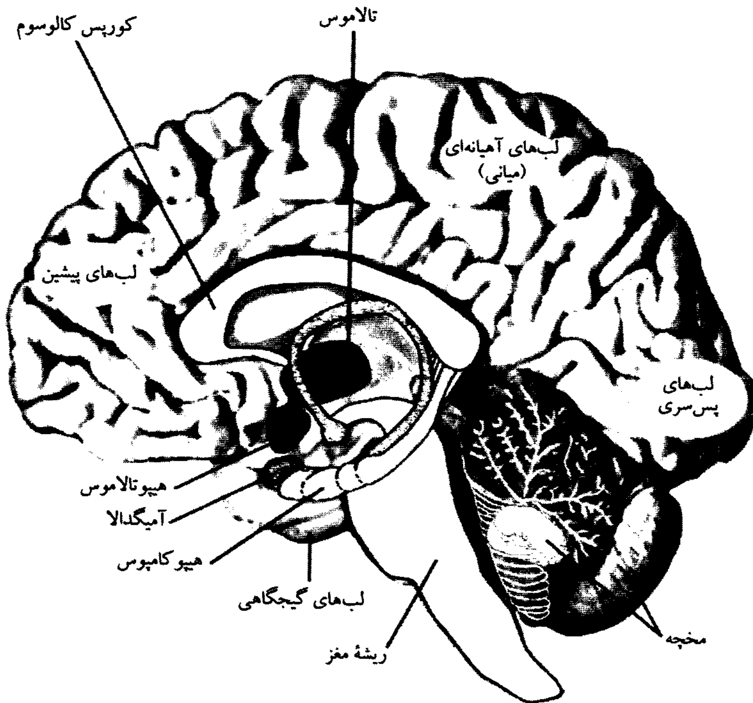
چهارمین نوع سلول گلایل، استروسیت است که بیشترین تعداد را در مغز دارد. استروسیت‌ها ظاهری ستاره مانند دارند و کار اصلی آنها این است که محیط شیمیایی مناسب را در اطراف نورون ثابت نگه دارند. آنها مانند اسفنجی عمل می‌کنند که مواد شیمیایی مستعد سمی شدن را جذب کنند. استروسیت‌ها همچنین با کمک به شکل‌گیری و نگهداری بازدارنده‌های خونی مغز، مواد خاصی را از بافت مغز دور نگه می‌دارند.

ساختارهای سیستم عصبی مرکزی که در سطح ناخودآگاه عمل می‌کنند

نگاهی ساده به مغز دو بخش اصلی آن را مشخص می‌کند: (۱) یک سیستم زیر قشری نسبتاً کوچک که در سطح ناخودآگاه عمل می‌کند و اعمال حیاتی اصلی را برنامه‌ریزی می‌کند؛ (۲) یک قشر بسیار بزرگتر که برنامه‌ریزی تصمیمات آگاهانه‌ای که ما در موقعیت‌های جدید می‌گیریم و توسط سیستم‌های زیر قشری انجام نمی‌شوند را برعهده دارد. ساختارهای زیر قشر مغز، ما را از یک خطر یا فرصت آگاه می‌کنند، در حالی که قشر مغز مناسبترین روش پاسخ را می‌گزینند. با نگاهی به مغز و نحوهٔ عملکرد آن در می‌یابیم که این دو سیستم چه قدر با هم مرتبط هستند. امّا اول بیایید به ساختارهای مجزایی که این دو بخش اصلی را می‌سازند نگاهی داشته باشیم.

در مراحل اوّلیهٔ شکل‌گیری مغز، نورون‌ها شروع به تجمع در مناطق خاصی می‌کنند. مغز یک جنین چهار هفته‌ای، مجموعه‌ای از برآمدگی‌ها در انتهای یک لولهٔ عصبی است.

تصویر ۲ـ۲
برش میانی از مغز



این برآمدگی‌ها به شکل سه منطقهٔ پس مغزی، یک منطقهٔ میان مغزی و دو منطقهٔ پیش مغزی در می‌آیند. از این شش قسمت است که ۴۰ ساختار یا ساختارهای اصلی مغز و نیز هسته‌های کوچکتر، گره‌های مغزی، رشته‌های عصبی، مسیرها و کانال‌های ضروری برای عملکرد طبیعی سیستم عصبی مرکزی به وجود می‌آیند. (تعداد واقعی ساختارها بستگی دارد به این که شما چگونه آنها را سازماندهی کنید. سیستم بینایی به

تنهایی ۴۰ عمل را انجام می‌دهد و قشر مغز به ۱۰۴ بخش به نام مناطق برادمن Brodman تقسیم شده است.) بیایید به پایین‌ترین قسمت از سیستم عصبی مرکزی ـ یعنی نخاع ـ نگاهی بیندازیم. هر یک از ساختارهای زیر در تصویر ۲ـ۲ نشان داده شده‌اند.

نخاع

از انتهای مغز تا وسط کمر مجموعهٔ بزرگی از رشته‌های عصبی به طول، تقریباً، ۴۵ سانتی‌متر (در بزرگسالان) و کمی نازکتر از انگشت سبابه وجود دارد که **نخاع** نامیده می‌شود. از لحاظ ساختاری، نخاع ادامهٔ مغز است. در حین شکل‌گیری جنینی، مغز و نخاع از یک لولهٔ عصبی ساخته می‌شوند؛ مغز از بالای لوله شکل می‌گیرد و نخاع از قسمت پایین آن.

وظیفهٔ اصلی نخاع انتقال پیام‌ها بین بدن و مغز است. نخاع این کار را با استفاده از دو دستگاه مغزی نخاعی اصلی انجام می‌دهد: مسیر بالارو و مسیر پایین‌رو. مسیر بالارو اطلاعات حسی مانند درد، حرارت، نور و لامسه را از گیرنده‌های حسی بدن دریافت می‌کند و به مناطق مشخصی از مغز که این احساسات مختلف را پردازش می‌کنند می‌فرستد. این مسیر همچنین پیام‌های حسی دربارهٔ وضعیت مفصل‌ها و عضلات را جهت ارزیابی ناخودآگاه وضعیت و حالت بدن به ریشهٔ مغزی می‌فرستد. مسیر پایین رو به عکس عمل می‌کند؛ یعنی، پیام‌های عصبی حرکتی را جهت ایجاد حرکت، از مغز به عضلات بدن منتقل می‌کند.

ریشهٔ مغز

ریشهٔ مغز که در پایین مغز، جایی که نخاع شروع می‌شود، واقع شده است از لحاظ تکامل یکی از قدیمیترین بخش‌های مغز است و از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: مغز میانی (انتهای بالایی)، پل مغزی (قسمت مرکزی) و بصل‌النخاع (انتهای پایینی). ریشهٔ مغز، گاهی، **مغز خزنده‌ای** نامیده می‌شود. شاید به این دلیل که ساختار اساسی

آن نسبتاً شبیه به تمامی مغز خزندگان امروزی است. پس با در نظر گرفتن این واقعیت به سادگی می‌توانیم حدس بزنیم هدف اوّلیهٔ آن حفظ حیات است. ریشهٔ مغز به طور عمده در کنترل عملکردهای خودکار است؛ یعنی، همان عملکردهایی که تحت کنترل آگاهانهٔ ما نیستند، امّا برای بقای ما ضروری هستند. اگر شما در نظر بگیرید که زندگی شما چه شکلی می‌داشت و اگر مجبور بودید که آگاهانه اعمالی نظیر تنفس، ضربان قلب و فشارخون خود را کنترل کنید، آنگاه ضرورت کارکردن ناخودآگاه ریشهٔ مغز آشکار خواهد شد و در این صورت، شما زیاد قادر به انجام کارهای دیگر نخواهید بود.

ریشهٔ مغز این اعمال سخت را با استفاده از شبکه‌ای از نورون‌ها و رشته‌ها موسوم به ساختار مشبک انجام می‌دهد که مرکز ریشهٔ مغز را پر کرده است. ساختار مشبک، اطلاعات را از سرتاسر بدن دریافت می‌کند. هر بار که بدن شما حرکت می‌کند، چندین تنظیم ضربان قلب، فشار خون یا تنفس نیاز است تا تغییرات حاصله را جبران کند. سلول‌های موجود در ساختار مشبک مسؤول تنظیم این سیستم‌های حیاتی اوّلیه هستند. ساختار مشبک علاوه بر کنترل این سیستم‌های حیاتی، سلول‌های دیگری دارد که بعضی از حرکات کرهٔ چشم، تنگی مردمک، انعکاسات معده، حالت صورت، ترشح بزاق و چشیدن را کنترل می‌کنند. ساختار مشبک در هنگام تولد تقریباً کامل است. ریشهٔ مغز یک نوزاد تازه متولد شده در هنگام تولد مشغول تنظیم ضربان قلب، فشار خون و تنفس است (دایموند، هایسون و دایموند، ۱۹۹۸).

عملکرد دیگر ساختار مشبک که به اندازهٔ موارد قبلی مهم است کنترل سطح هوشیاری است. ساختار مشبک، نورونهای تالاموس و دیگر نورون‌های سیستم‌های مختلف حسّی مغز، سیستم فعال‌سازی مشبک را تشکیل می‌دهند. این سیستم، اطلاعات ورودی را از بدن دریافت می‌کند و سطح تحریک‌پذیری سلول‌ها را تغییر می‌دهد تا با شرایط متغیر محیط تطابق داشته باشد؛ برای مثال، اگر مقدار تحریک‌پذیری به دلیل قطع اطلاعات ورودی، کم شود ـ مثلاً شخصی را داخل اتاق تاریک و ساکتی بگذاریم ـ سیستم فعال‌سازی مشبک سطح تحریک‌پذیری را در قشر مغز کم می‌کند و

سطح هوشیاری نیز تغییر می‌کند و در نتیجه، ممکن است شخص به خواب برود. وقتی بدن از خواب بیدار می‌شود، سیستم تحریک‌پذیری مشبک سطح تحریک‌پذیری را در قشر مغز افزایش می‌دهد و شخص هوشیار و آگاه می‌شود (بینی و جانسون Binney & Janson، ۱۹۹۰). امّا اگر ما خواب‌آلود، خواب، بیدار، گوش به زنگ یا بیهوش باشیم، فعالیت ریشهٔ مغز ادامه می‌یابد تا سیستم‌های حیاتی را فعال نگه دارد. آسیب جدی به سیستم فعال‌سازی مشبک ممکن است به کُمای دائم منجر شود.

سیستم فعال‌سازی مشبک همچنین مانند یک صافی مؤثر برای هزاران محرک که پیوسته گیرنده‌های حسی را بمباران می‌کنند، عمل می‌کند و شما را قادر می‌سازد تا روی محرک‌های مرتبط تمرکز کنید. این سیستم جلوی اطلاعات پس‌زمینه را می‌گیرد و عوامل حواس پرتی یا اطلاعات حسی بیهوده ـ مثل آگاهی از لباس‌هایتان روی بدنتان یا احساس صندلی روی کمرتان ـ را نادیده می‌گیرد. این سیستم است که شما را قادر می‌سازد تا در هواپیما بخوابید، امّا هنگامی که صدای موتورهای هواپیما کم و زیاد می‌شود ناگهان بیدار شوید.

یک نقش مهم و نهایی ریشهٔ مغز تولید تعداد بسیاری از پیام رسان‌های شیمیایی مغز است. این مواد شیمیایی از هسته‌هایی (گروه‌هایی از بدنه‌های سلول‌های عصبی در هم پیچیدهٔ متراکم) به وجود می‌آیند که در ریشهٔ مغز قرار دارند و به طور گسترده به تمامی بخش‌های دیگر مغز منشعب شده‌اند. در فصل بعد به عملکرد آنها نگاه دقیق‌تری خواهیم داشت.

اگر چه ممکن است به نظر برسد که عملکرد ریشهٔ مغز و به خصوص سیستم فعال‌سازی مشبک، نسبتاً، ابتدایی و کم اهمیت‌تر از ساختارهای پیچیده‌تری نظیر نیمکره‌های بزرگ مغزی با قابلیت‌های تفکر است، امّا این درست نیست. در حقیقت چون ریشهٔ مغز ساختار نسبتاً کوچکی دارد، آسیب به ریشهٔ مغز زندگی را به طور زیاد تهدید می‌کند؛ در حالی که آسیب به قشر مغز که بسیار بزرگتر است، بسته به محل و میزان آسیب، ممکن است پیامدهای نسبتاً کمتری داشته باشد (گازانیگا Gazzaniga،

ایوری و منگون Ivry & Mangun، ۱۹۹۸). می‌توان گفت که این بخش کوچک مغز به تنهایی کلید زندگی را در دست دارد.

مخچه

اگر ما در سیستم عصبی بالا برویم، در پشت مغز به مخچه بر می‌خوریم. مخچه به معنای مغز کوچک است. مخچه ساختاری دو لُبی با چین‌های بسیار عمیق است که در بالای ریشهٔ مغز و درست زیر لُب‌های پس سری در بخش پسین مغز است. مخچه نیز مانند ریشهٔ مغز از لحاظ تکامل ابتدایی است و در طول هزاران سال تغییر اندکی یافته است.

در تمامی پستانداران، مخچه کلید حفظ تعادل، نگهداری وضعیت بدن و هماهنگی عملکرد ماهیچه‌ها است. چون انسانها تقریباً مجموعه‌ای نامحدود از حرکات را دارند، مخچهٔ آنها بزرگ است و ۱۱ درصد از وزن مغز را تشکیل می‌دهد. از زمان تولد تا دو سالگی، مخچه سریعتر از قشر مغز رشد می‌کند. در سن دو سالگی، مخچه اندازهٔ مخچهٔ یک فرد بالغ راگرفته است (بینی و جانسون، ۱۹۹۰). در این مرحلهٔ اوّلیه، کودک در حال یادگیری حرکات اوّلیه مانند راه رفتن و گرفتن است.

مخچه طرح این حرکات را در شبکهٔ عصبی ذخیره می‌کند و بعد در طول زندگی هرکجا که لازم باشد آن را به یاد می‌آورد.

حرکات هماهنگ مانند راه رفتن، برداشتن لیوان یا نوشتن یک واژه کارهایی هستند که ما همیشه انجام می‌دهیم. اکتساب حرکات مهارتی در این کارها تحت کنترل آگاهانهٔ قشر مغز شروع می‌شود. اگرچه قشر مغز می‌تواند حرکات را طراحی و شروع کند، امّا، مدارهای عصبی لازم برای محاسبهٔ توالی انقباضات عضلانی مورد نیاز این حرکات را ندارد و این وظیفهٔ مخچه است. زمانی که مخچه اطلاعاتی (در حدود یک پنجاهم ثانیه) دریافت می‌کند، قشر حرکتی شروع به ایجاد یک حرکت کرده و مخچه هماهنگی ماهیچه‌های مختلف برای انجام آن حرکت را محاسبه می‌کند و پیام‌های مناسب را به آن ماهیچه‌ها می‌فرستد. حالا، حرکت شروع شده است.

در حین حرکت، مخچه پیوسته فعالیت ماهیچه‌ها را بررسی و اصلاح می‌کند و تغییرات ضروری برای اتمام ملایم حرکت را انجام می‌دهد. این مانورهای پیچیده هنگامی که شخص نشسته یا ایستاده است نیز ضروری هستند. اطلاعات نه تنها از طریق قشر حرکتی، نخاع و عضلات، بلکه از اعضای تعادلی در منطقهٔ دهلیزی مغز نیز به مخچه می‌رسند و مخچه را قادر می‌سازند تا پیوسته یک فعالیت را در مسیرهای حرکتی ضروری، برای نگه داشتن بدن در یک وضعیت مناسب، اصلاح کند.

اگر رانندگی، نواختن پیانو یا تایپ کردن را یاد گرفته باشید، احتمالاً به یاد می‌آوردید که چه کار سخت و طولانیی بود، به طوری که چندین ساعت وقت صرف کردید تا آن کار را فرا گیرید. اگر هنوز هم یکی از این کارها را انجام می‌دهید، احتمال آن می‌رود که این کار را آن‌قدر ناخودآگاه انجام دهید که مشکل بتوانید به کسی بگویید چه طور آن کار را انجام می‌دهید. شما باید برای این توانایی خود، سپاسگزار مخچهٔ خود باشید.

هنگامی که حرکات لازم برای نواختن پیانو یا راندن ماشین بارها و بارها تکرار می‌شوند، چه اتفاقی در طول زمان می‌افتد؟ ما همه از تجربهٔ شخصی می‌دانیم که این مهارت روز به روز خودکارتر می‌شود و تفکر آگاهانهٔ کمتری برای انجام این عمل نیاز است (آیا هرگز اتفاق افتاده است که در یک مسیر آشنا رانندگی کنید و به مقصد برسید و بعد متوجه شوید که اصلاً حواستان به رانندگی کردن نبوده است؟). مغز به ما این امکان را می‌دهد که در فعالیت‌های حرکتی پیچیده، بدون تقریباً هیچ نوع آگاهی خودآگاه از مهارت شرکت کنیم.

وقتی در کاری مهارت می‌یابید، مخچه بیشتر کنترل را در دست می‌گیرد و ذهن هوشیار شما را برای تفکر به چیزهای دیگر آزاد می‌گذارد. اگر چه دانشمندان چندین نظریه را مطرح کرده‌اند، امّا کاملاً نمی‌دانیم که این اتفاق چگونه می‌افتد. یک زیست عصب‌شناس از دانشکدهٔ پزشکی دانشگاه واشینگتن به نام «تاچ» اظهار می‌دارد که شاید مخچه یک موقعیت رفتاری را به یک پاسخ حرکتی ارتباط می‌دهد. به نظر او، وقتی شما یک پاسخ (مانند دوچرخه سواری) را بارها و بارها تمرین می‌کنید، وقوع

موقعیت (سوارشدن دوچرخه)، وقوع پاسخ (دوچرخه سواری) را به راه می‌اندازد (تاچ، ۱۹۹۶)؛ به عبارت دیگر، ارتباط بین مناطق حرکتی قشر مغز و مخچه اجازه می‌دهند تا یک موقعیت تجربی به طور خودکار یک حرکت را آغاز کند.

به تازگی، دانشمندان به عملکردهای مخچه که ارتباط خاصی با عملکردهای حرکتی ندارد نیز علاقه‌مند شده‌اند. جریان خون و مطالعات کالبد شناختی رابطهٔ نزدیکی را بین قشر پیشین مغز و مخچه نشان داده‌اند. شاید روزی بفهمیم که مخچه در شناخت حرکات (مانند طراحی یا تصور حرکات) و نیز خود حرکات نقش دارد.

تالاموس و هیپوتالاموس

در عمق مرکز و درست بالای مغز دو ساختار به اندازهٔ گردو وجود دارد که نقشی مهم در تنظیم ادراک و اعمال حیاتی بدن دارند. تالاموس ساختاری کوچک شبیه به آلوست که در مرکز مغز واقع شده است. (در واقع، شما دو تالاموس دارید که با چیزی شبیه به پل به هم متصل شده‌اند، امّا از تالاموس نیز مانند بیشتر ساختارهای دوگانه در مغز، معمولاً تعبیر به چیزی واحد می‌شود.) واژهٔ تالاموس که از زبان یونانی گرفته شده و به معنای اتاق داخلی است، ساختاری مغزی در یک موقعیت مهم است که به عنوان یک ایستگاه انتقال جهت هدایت جریان اطلاعات بین اندام‌های حسی و قشر مغز عمل می‌کند. تالاموس دروازهٔ قشر مغز نامیده شده است؛ چون، تقریباً تمامی پیام‌های اندام‌های حسی ابتدا به سلول‌های تالاموس می‌روند و آن جا پیام‌ها دسته بندی شده و به مناطق گیرنده در قشر مغز فرستاده می‌شوند. تنها استثنا، سیستم بویایی است که محرک‌های خود را مستقیم به قشر مغز می‌فرستد.

در زیر تالاموس، هیپوتالاموس قرار دارد که به اندازهٔ ناخن شصت است. (هیپو در زبان یونانی به معنای زیر است و این واژه به ما می‌گوید که هیپوتالاموس در زیر تالاموس قرار دارد.)

هیپوتالاموس بخش مهمی از سیستم خودکار است و به همراه غدهٔ هیپوفیز، اعمال

مورد نیاز حفظ و ثبات وضعیت طبیعی بدن را کنترل می‌کند؛ برای مثال، وقتی بدن خیلی داغ می‌شود هیپوتالاموس مقدار تعرّق بدن را زیاد می‌کند. وقتی حرارت بدن از حدّ طبیعی پایین‌تر می‌رود، مقدار گرمای دفع شده از بدن با انقباض مویرگ‌ها و لرزش‌های بعدی که مقدار کمی گرما تولید می‌کند، کمتر می‌شود. هیپوتالاموس مرکز کنترل محرک‌های زیر بنایی خوردن و نوشیدن نیز هست؛ برای مثال، اگر مقدار نمک خون شما زیاد باشد، هیپوتالاموس به شما پیام می‌دهد که آب بنوشید تا تراکم نمک را کمتر کنید؛ اگر قند زیادی در خون شما باشد نیز اشتهای شما را از بین می‌برد.

هیپوتالاموس همچنین در تنظیم میل جنسی، خواب، رفتار پرخاشگرانه و لذت مؤثر است (بینی و جانسون، ۱۹۹۰).

هیپوتالاموس کار دیگری نیز می‌کند که برای حیات ضروری است. حتماً شما تا به حال از یک مار یا عنکبوت (یا هر چیز ترسناک دیگری) ترسیده‌اید و دیده‌اید که حالت طبیعی بدن شما به سرعت تغییر می‌کند، ضربان قلبتان تند می‌شود، کف دستتان عرق می‌کند و تنفس شما افزایش می‌یابد. این جاست که هیپوتالاموس فعال شده است. این عضو از بدن است که پاسخ جنگ یا فرار بدن را کنترل می‌کند. در فصل ۵ به این پاسخ و نحوهٔ تأثیر آن بر روی یادگیری بیشتر خواهیم پرداخت.

آمیگدالا (بادام مغز)

یک ساختار دیگر مغزی که در پاسخ جنگ یا فرار بسیار درگیر است و نزدیک به تالاموس و هیپوتالاموس قرار دارد، بادام مغز است. اگر بتوانیم بگوییم که مغز یک سیستم هشدار دارد، همین دو ساختار بادام مانند هستند (آمیگدالا واژه‌ای است در زبان یونانی به معنای بادام) که در عمق مرکز مغز قرار دارند (بادام مغز به نام مجموعهٔ بادامی نیز معروف است؛ چون، از سه قسمت فرعی تشکیل شده است که هر کدام به ساختارها و مسیرهای مختلف مغز مرتبط است). بادام مغز را می‌توان نگهبان فیزیولوژیکی مغز نیز نامید؛ زیرا، نقش مهمی در کنترل احساسات بازی می‌کند.

گروه‌های مختلفی از سلول‌ها در بادام مغز برای کارهای متفاوتی طراحی شده‌اند. یک گروه به غدهٔ بویایی و دیگری به قشر مغز به ویژه مناطق حسی مرتبط هستند و گروه دیگر نیز با ریشهٔ مغز و هیپوتالاموس ارتباط دارند. تمامی داده‌های ورودی حسی به جز بو، ابتدا به تالاموس سفر می‌کنند که اطلاعات را به مناطق پردازش حسّی مناسب در قشر مغز می‌فرستد. در همان زمان که تالاموس در حال فرستادن اطلاعات به قشر مغز است، اطلاعات را برای ارزیابی به بادام مغز می‌فرستد. اگر بادام مغز تشخیص دهد که محرک‌ها بالقوه آسیب رسان هستند، هیپوتالاموس را فعال می‌کند و هیپوتالاموس نیز در عوض پیام‌هایی هورمونی به بدن می‌فرستد؛ بنابراین، تغییرات فیزیکی مورد نیاز برای آماده سازی بدن جهت پاسخ را به وجود می‌آورد؛ تغییراتی مانند: بالارفتن فشار خون و ضربان قلب و نیز انقباض عضلات.

بادام مغز از کجا می‌داند که یک محرک به خصوص خطرساز است. به نظر می‌رسد دو منبع برای این آگاهی وجود دارند. یکی از راه‌هایی که بادام مغز ارتباط هیجانی یک محرک را تعیین می‌کند به وسیلهٔ بازبینی با هیپوکامپوس است که ساختاری است که به فرد قابلیت حفظ خاطرات خودآگاه را می‌دهد. (برای اطلاعات دقیق‌تر دربارهٔ هیپوکامپوس، فصل بعدی را مطالعه کنید.)؛ برای مثال، اگر محرک شکل منحنی داشته باشد، بادام مغز آن را با هیپوکامپوس چک می‌کند و ممکن است پیامی دریافت کند که این موجود منحنی شبیه مار است و مارها بالقوه خطرناک هستند. این فرایند، بادام مغز را قادر می‌سازد تا بداند که بهتر است فرایندهای فیزیولوژیکی ضروری را برای حفظ شما از گزیدگی ایجاد کند.

با این وجود، به نظر نمی‌رسد که هیپوکامپوس مسؤول تمامی ذخیرهٔ حافظهٔ شما باشد. تحقیقات روی ترس شرطی در حیوانات به نظریهٔ بزرگتری رسید که بادام مغز حافظهٔ ناخودآگاه را خیلی شبیه به روشی که هیپوکامپوس حافظهٔ خودآگاه را نگه می‌دارد، نگهداری می‌کند (لدوکس LeDoux، ۱۹۹۶). این نشان می‌دهد که بادام مغز حافظهٔ هیجانیی را شکل می‌دهد که می‌تواند پاسخ‌هایی را بدون جمع‌آوری دوبارهٔ

خودآگاه مربوط، که پاسخ‌ها را به یک رویداد خاص مرتبط می‌کند، به‌وجود آورد. این مسأله ممکن است دلیل حمله‌های از روی ترس و به ظاهر، دلیل ترس‌های غیر منطقی باشد (کارتر، ۱۹۹۸).

هیپوکامپوس

اگرچه اسم هیپوکامپوس از واژه‌ای یونانی به معنای اسب دریایی گرفته شده است، امّا بیشتر شبیه به دو پنجه است که به سمت یکدیگر خم شده‌اند. بدون هیپوکامپوس شما قادر نیستید که به یاد آورید ماشین خود راکجا پارک کرده‌اید و هر چیز دیگری در گذشتهٔ نزدیک که دیگر به آن توجه نمی‌کنید را به یاد نخواهید آورد. هیپوکامپوس نه تنها حافظهٔ گذشتهٔ نزدیک شما را نگه می‌دارد، بلکه عضوی است که نسبتاً حافظه را به قشر مغز می‌فرستد تا در جایی به نام حافظهٔ دراز مدت ذخیره شود.

طبق نظر ژوزف لدوکس، استاد دانشگاه نیویورک و نویسندهٔ کتاب «مغز هیجانی»، به نظر می‌رسد هیپوکامپوس برای شما عضوی بسیار مهم است تا حوادث گذشتهٔ نزدیک خود را، احتمالاً حتی تا چند سال، به خاطر آورید. بعد از چند سال، هیپوکامپوس به تدریج کنترل خود را روی حافظهٔ ارسالی به قشر مغز از دست می‌دهد. به نظر می‌رسد حافظه شاید برای مدت یک عمر در حافظهٔ درازمدت باقی بماند (لدوکس، ۱۹۹۶)؛ به عبارت دیگر، وقتی خاطره‌ای در حافظهٔ درازمدت نقش بست، روشن است که دیگر برای یادآوری آن نیازی به هیپوکامپوس وجود ندارد. کسانی که هیپوکامپوس آنها آسیب دیده است نمی‌توانند هیچ چیزی از گذشتهٔ نزدیک خود را به خاطر آورند. آنها خاطرات جدید را هم نمی‌توانند به خاطر بسپارند. مثالی برای این نقص در مورد شخص معروفی به نام اچ.ام. به روشنی توضیح داده شده است (هیلت Hilt، ۱۹۹۵).

در سال ۱۹۳۵، وقتی اچ.ام. ۲۷ ساله بود، پزشکان برای متوقف کردن حملات صرعی تشنجیی که او از ۱۶ سالگی داشته بود روی او یک عمل جراحی باز انجام دادند. پزشکان قسمت‌های بزرگی از لُب‌های گیجگاهی ـ بافت‌های مغزی حاوی مناطق اصلی

بیماری ـ او را برداشتند. از لحاظ پزشکی این عمل موفق بود. حالا غش‌های اچ .ام. با دارو تحت کنترل بودند؛ چون، هیپوکامپوس در بافتی که برداشته شده بود وجود داشت؛ بنابراین اچ.ام. به طور کل توانایی خود در ایجاد حافظهٔ خودآگاه و دراز مدت وقایع یا اطلاعات مبتنی بر واقعیت را از دست داد. (این حافظه‌ها، حافظهٔ پراکنده و حافظهٔ اعلانی نام دارند. آنها با حافظهٔ روالی که نیاز به یادآوری خودآگاه ندارد، متفاوت هستند. ما در فصل ۷، نگاه نزدیکتری به اَشکال مختلف حافظه خواهیم داشت.) امروز اچ.ام. مردی پیر است و هنوز تا حدی در سال ۱۹۳۵، یعنی همان سال جراحی روی مغزش، زندگی می‌کند. او رویدادهایی که تا دو سال قبل از جراحی‌اش اتفاق افتاده است را به یاد می‌آورد، امّا خاطره‌ای از وقایع ۴۵ سال گذشته ندارد. خانم برندا میلنر (Brenda Milner) در مؤسسهٔ عصب‌شناسی مونترئال در طول این مدت با اچ.ام. بسیار زیاد کار کرده است، امّا اچ.ام. تقریباً این خانم را اصلاً نمی‌شناسد. جالب است بدانید که اچ.ام. می‌تواند مهارت‌های حرکتی مثل نوشتن بر عکس یا حل کردن سرگرمی‌ها را یاد بگیرد، امّا یادگرفتن آنها را به خاطر نمی‌آورد (اینها مثال‌هایی از حافظهٔ روالی هستند که نیازی به پردازش در هیپوکامپوس ندارند).

تمرین

۱ـ یکی از ساختارهای مغز (مانند هیپوکامپوس) را انتخاب کنید و بدون نگاه کردن به کتاب، خلاصهٔ مختصری از محلّ آن در مغز و کارکرد آن بنویسید. سپس به کتاب برگردید و اطلاعات را دوباره بخوانید و ببینید آن را خوب به یاد دارید یا نه.

۲ـ فرض کنید پس از خواندن این فصل، شما با یک همکار صحبت می‌کنید که می‌خواهد بداند چرا باید اسامی ساختارهای مغز و عملکرد آنها را یاد گرفت. شما به این شخص چه می‌گویید؟

۳ـ اگر شما این کتاب را به عنوان مطالعهٔ گروهی می‌خوانید، از هر کس بخواهید که یک یا دو ساختار مغزی را انتخاب کند و در مورد محل و کارکرد این ساختارها به بقیهٔ گروه اطلاعات بدهد.

۴ـ یک یا چند درس طراحی کنید تا به دانش‌آموزان خود، قسمت‌های مغز را یاد بدهید.

فصل سوم

دوره‌ای کوتاه در کالبدشناسی مغز: قشر مغز

تمام ساختارهایی که تا به حال در مورد آنها صحبت کردیم، در سطح ناخودآگاه عمل می‌کنند.

مایکل گازانیگا، مدیر مرکز اعصاب دانشکدهٔ دارتموث (Dartmouth) روی این مطلب تأکید دارد که بیشتر فرایندهای مغزی کنترل‌کننده و یاریگر تجربهٔ خودآگاه ما، خارج از آگاهی خودآگاه ما اتفاق می‌افتند. (گازانیگا، ایوری و مانگون، ۱۹۹۸). ما به طور خودآگاه تنها از بخش کوچکی از آنچه در مغزمان اتفاق می‌افتد آگاهیم. ساختارهایی نظیر ریشهٔ مغز، مخچه، بادام مغز و هیپوکامپوس نقش مهمی در توانایی ما برای پردازش اطلاعات و ایجاد حافظه (و حتی آگاه بودن از آن) بازی می‌کنند، امّا ما به طور خودآگاه از فعالیت‌های این ساختارها آگاه نیستیم.

حالا توجه خود را معطوف می‌کنیم به بخشی از مغز که به ما اجازه می‌دهد تا آگاه باشیم، تشخیص دهیم و در مورد احساس و تفکرات خود صحبت کنیم ـ ساختارهایی که در سطح خودآگاه عمل می‌کنند.

قشر مغز

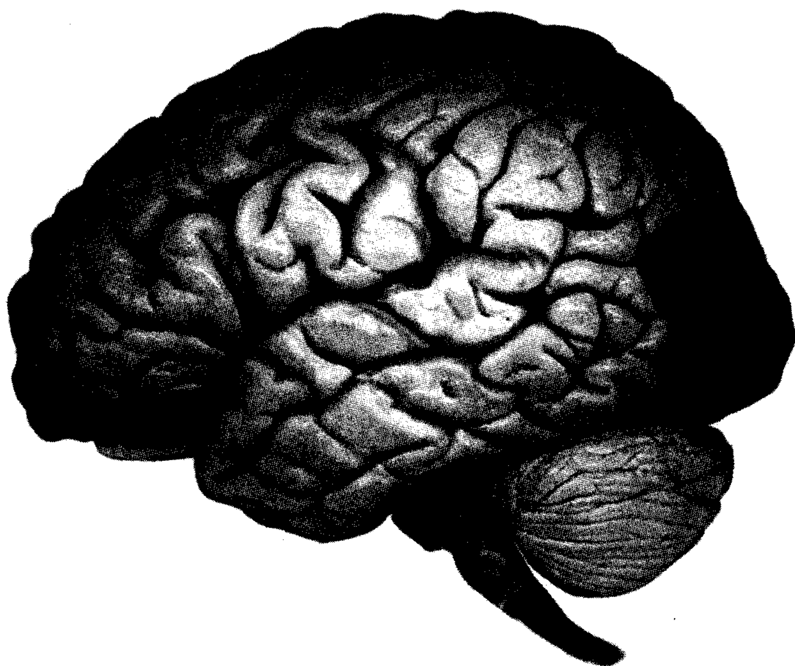
لایهٔ نازکی روی مغز را پوشانده است که به آن **قشر مغز** یا **کورتکس** می‌گویند. واژهٔ کورتکس از زبان لاتین گرفته شده است و به معنای پوست درخت است و تاحدی نیز قشر مغز شبیه به پوست درخت است. قشر مغز چین‌خورده و ۶ تا ۸ میلیمتر ضخامت دارد و «مادهٔ خاکستری» مغز نامیده می‌شود. قشر مغز از ۶ لایهٔ سلولی، دندریت‌هایشان و تعدادی آکسون ساخته شده است. اگر قشر مغز را دربیاوریم و آن را بکشیم و صاف کنیم به اندازهٔ یک متکا یا یک صفحه روزنامه خواهد شد. مطالعات روی مغز انسان که توسط جراحان مغز، اعصاب‌شناسان و دانشمندان اعصاب انجام گرفته، نشان داده است که مناطق مختلفی از قشر مغز (لُب‌ها)، کارکردهای مجزا دارند. اکنون به چهار لُب اصلی که اسم خود را از قطعهٔ جمجمه ـ که زیر آن قرار دارند ـ گرفته‌اند و همچنین نقش اصلی در پردازش اطلاعات دارند، نگاهی می‌اندازیم.

لُب‌های عقبی (پس سری)

لب‌های عقبی که مراکز اولیهٔ پردازش محرک‌های دیداری هستند در عقب مغز قرار دارند.

این قسمت که **قشر بینایی** نیز نامیده می‌شود، توسط بافت قشری پوشیده شده است. این بخش به قسمت‌های فرعی زیادی تقسیم شده است که هر کدام وظیفهٔ پردازش داده‌های تصویری وارده از دنیای خارج را به عهده دارند (یادتان باشد که محرک‌های بینایی ابتدا از تالاموس فرستاده می‌شوند). وقتی محرک‌ها به قشر بینایی می‌رسند، ابتدا در منطقهٔ درک بینایی اوّلیه پردازش می‌شوند. در این منطقه، میلیون‌ها نورون به مناطق طراحی شده برای پردازش ابعاد مختلف بینایی متصل شده‌اند. دانشمندان با انجام کارهای فشرده در زمینهٔ تعیین موقعیت قشر بینایی، سلول‌های حساس به حرکت، حساس به رنگ و سلول‌های خطوط مستقیم را کشف کرده‌اند. همچنین مناطقی برای تصویربرداری کلّی، دید دو چشمی، فاصله، عمق و دنبال کردن

تصویر ۱ـ۳
لب‌های عقبی (پس‌سری)



اشیا با چشم وجود دارند (کارتر، ۱۹۹۸). مایکل گازانیگا در کتاب علم اعصاب گزارش می‌دهد که بین ۳۰ تا ۳۵ عدد از این مناطق بینایی در لُب‌های عقبی میمون‌ها مشخص گردیده‌اند (گازانیگا و دیگران، ۱۹۹۸).

هنگامی که اطلاعات ورودی در این مناطق کنار هم قرار می‌گیرند (درک می‌شوند)، به منطقهٔ دوم یا منطقهٔ ارتباط تصویری برده می‌شوند. سپس اطلاعات را با آنچه در

گذشته دیده‌اید مقایسه می‌کند و شما را قادر می‌سازد تا بفهمید که یک پرتقال می‌بینید یا یک درخت.

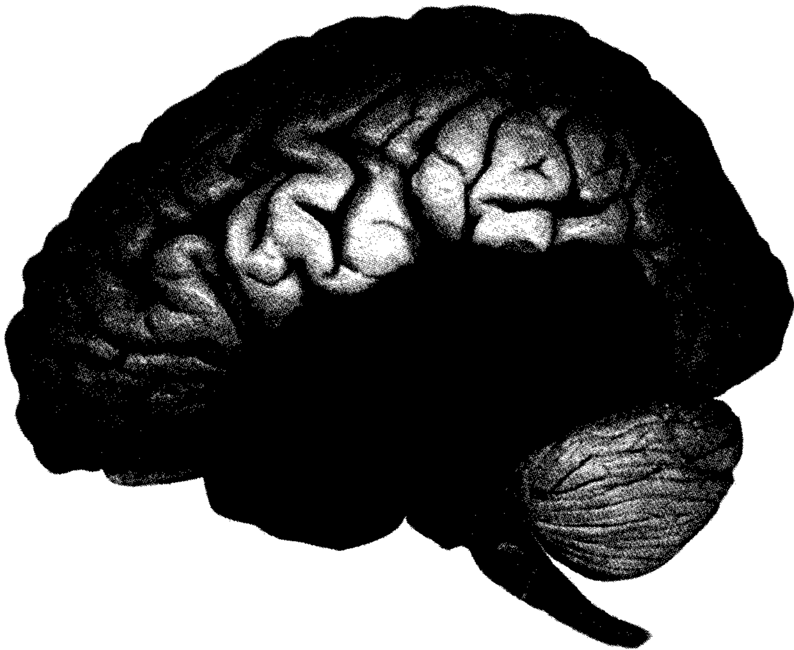
به خاطر داشته باشید که ممکن است دو نفر به یک چیز نگاه کنند و روی چیز دیگری تمرکز کنند یا چیزهای دیگری ببینند. آنچه که شما از لحاظ بینایی به آن می‌پردازید، عملکرد هماهنگ چندین سیستم مغزی است؛ اوّل، منطقهٔ درک بینایی اجازهٔ درک شیئی واقعی را می‌دهد. بعد قشر بینایی شما با دیگر محرک‌های سیستم مغزی ارتباط برقرار می‌کند تا مشخص کند شما چه اطلاعات تصویری در گذشته ذخیره کرده‌اید. محرک‌های تصویری معنادار نخواهند بود مگر این که درک‌های حسی با ارتباطات شناختی از قبل ذخیره شده مطابق باشند.

علاوه بر این ما اغلب مغز را آماده می‌سازیم تا به محرک‌های خاصی نسبت به بقیه توجه بیشتری کنند؛ برای مثال، در جمعیت دنبال یک دوست بگردید، یا طبق دستور معلم، یک شکل با رنگ خاص را در میان تعداد زیادی از شکل‌ها با رنگ‌های مختلف ببینید. به این دلیل است که گفتن فعالیت به دانش‌آموزان معمولاً مفید است. این کار به مغز اجازه می‌دهد تا ویژگی‌ها یا نظرات مهم را پیش‌بینی کند و احتمال تمرکز مغز روی اطلاعات ضروری را بیشتر کند.

لُب‌های گیجگاهی

در هر طرف مغز، درست بالای گوش‌ها دو لب قرار دارند که از لب‌های عقبی تا پایین لب‌های جلویی به سمت جلو خم شده‌اند. این دو لُب، لب‌های گیجگاهی هستند که وظیفهٔ اصلی آنها پردازش محرک‌های شنیداری است (تصویر ۲-۳ را ببینید). لب‌های گیجگاهی از چند قسمت فرعی تشکیل شده‌اند که کار شنیدن، زبان و چند وجه از حافظه به ویژه حافظهٔ شنیداری را بر عهده دارد. شنیدن اغلب مهمترین حسّ انسان به شمار می‌رود. شنیدن ما را قادر می‌سازد تا با یکدیگر ارتباط برقرار کنیم و همچنین شنیدن، اطلاعاتی حیاتی برای حیات ما می‌دهد؛ صدای یک قطار که نزدیک می‌شود به

تصویر ۲ـ۳
لب‌های گیجگاهی



ما می‌گوید که از ریل کنار برویم یا صدای قدم‌های پشت سرمان به ما می‌گوید که برگردیم و ببینیم که کسی یا چیزی که آن صدا را می‌سازد می‌شناسیم یا نه. ناشنوایی می‌تواند از نابینایی سخت‌تر باشد ـ اگرچه انسان‌ها موجوداتی بسیار تصویرگرا هستند.

لُب‌های گیجگاهی نیز مانند لب‌های عقبی از چندین قسمت فرعی تشکیل شده‌اند. وقتی بخش اولیهٔ لُب‌های گیجگاهی تحریک می‌شود، احساس صدا به وجود می‌آید.

علاوه بر این، یک منطقهٔ ارتباط شنوایی با بخش اوّلیه و دیگر بخش‌های مغز مرتبط است و در درک اطلاعات ورودی شنوایی کمک می‌کند و ما را قادر می‌سازد تا آنچه را می‌شنویم تشخیص دهیم. در این دو بخش اصلی، گروه‌هایی از نورون‌ها وظایف مشخصی دارند از قبیل ثبت بلندی، ارتفاع یا طنین یک صدا.

در نقطهٔ ارتباط لب‌های عقبی، میانی و گیجگاهی (بیشتر در لب‌های گیجگاهی) گروهی از سلول‌ها به نام منطقهٔ ورنیک (Wernick) وجود دارند. این منطقه برای صحبت کردن حیاتی است. منطقهٔ ورنیک ـ که در نیمکرهٔ چپ قرار دارد ـ ما را قادر می‌سازد تا صحبت‌ها را درک یا تفسیر کنیم و وقتی صحبت می‌کنیم، واژه‌ها را با ساختار دستوری درست در کنار یکدیگر قرار دهیم. کمی جلوتر خواهیم دید که یک منطقهٔ دیگر، منطقهٔ بروکا (Broca)، برای صحبت کردن ضروری است.

لُب‌های میانی (آهیانه‌ای)

گاهی به دلیل ضربه‌ای در نیمکرهٔ راست مغز، افراد دچار اختلال عجیبی به نام انوسوگنوز به معنای «عدم اطلاع از بیماری» می‌شوند. این افراد اغلب در سمت چپ بدن خود فلج می‌شوند، امّا اطلاعی از مشکل خود ندارند. آنها با سمت چپ بدن خود به گونه‌ای رفتار می‌کنند که گویی وجود نداشته است؛ مثلاً، موهای سمت چپ سر را شانه نمی‌کنند یا حتی به سمت چپ بدن خود لباس نمی‌پوشانند.

برای این که بفهمیم این اختلال عجیب چگونه به وجود می‌آید باید به بخشی از قشر مغز که مربوط به آگاهی فضایی و جهت‌یابی است، نگاهی بیندازیم.

در بالای مغز منطقه‌ای صاف در هر نیمکره به نام لب میانی وجود دارد (تصویر ۳ـ۳ را ببینید). این لب‌ها از دو قسمت اصلی، قسمت پسین و پیشین، تشکیل شده‌اند که نقش‌هایی مجزا امّا مکمل دارند.

در بخش پیشین (جلویی) لب‌های میانی، درست بعد از قشر حرکتی مغز، نواری از سلول‌ها به نام قشر حسی بدن وجود دارد (تصویر ۴ـ۳ را ببینید). همان طور که ما باید در

مورد زمان و نحوهٔ حرکت خود به ماهیچه‌های بدن اطلاعات بفرستیم، باید همچنین قادر باشیم تا اطلاعات نیز دریافت کنیم؛ اطلاعاتی نظیر لمس و دمای محیط، احساس درد و رضایت از پوست و موقعیت اعضای بدن (تحریکات داخلی). این کار توسط قشر حسی بدن، یعنی منطقهٔ اوّلیهٔ مسؤول دریافت محرک‌های حسی ورودی، انجام می‌شود. برای هر بخش از بدن، یک منطقهٔ ویژه برروی سطح قشر حسی بدن وجود دارد. هرچه عضوی از بدن حساستر باشد، منطقهٔ مربوط به آن نیز جهت تفسیر پیام‌های آن بزرگتر

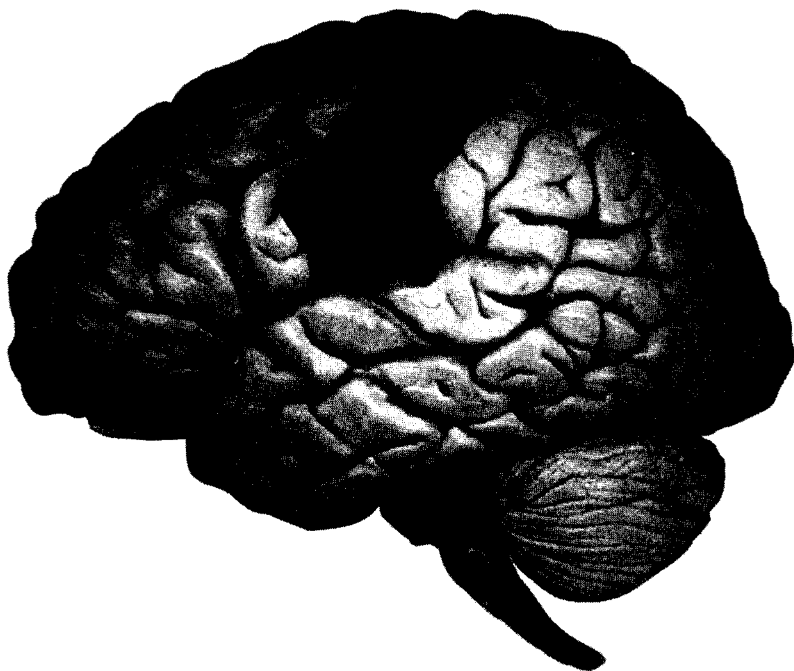
تصویر ۳ـ۳
لب‌های میانی (آهیانه‌ای)



است؛ برای مثال، لب‌ها، زبان و گلو بیشترین گیرنده‌ها را دارند. آسیب به این بخش از لب میانی، در درک لامسه و درد و آگاهی از موقعیت بدن در فضا اختلال ایجاد می‌کند.

بخش پسین (عقبی) لب‌های گیجگاهی پیوسته اطلاعات را تحلیل و تکمیل می‌کند تا به ما حس آگاهی موقعیت فضایی بدهد. مغز به طور دائم باید بداند که هر قسمت از بدن کجا قرار دارد و چه رابطه‌ای با اطراف دارد. آسیب به این بخش از لب‌های گیجگاهی، اغلب به عملکرد نامتعادل در به کار بردن اشیا (آپراکسیا Apraxia) منجر می‌شود.

تصویر ۴ـ۳
قشر حسی بدنی



یک نقش نهایی لب‌های گیجگاهی حفظ کانون توجه یا توجه فضایی است. وقتی که کسی روی یک محرک خاص تمرکز کرده یا وقتی توجه کسی از محلی به محلی تغییر می‌کند، فعالیت لب‌های گیجگاهی را می‌توان با روش‌های عکسبرداری از مغز مشاهده کرد. وقتی یک محرک کم معناتر می‌شود توجه نیز از بین می‌رود؛ برای مثال، اگر شما کفش‌های تنگ یا دردآور پوشیده باشید، کانون توجه شما روی پاهایتان خواهد بود، امّا اگر شما کفش‌های تنگ را در بیاورید، گیرنده‌های حسی فرستادن این اطلاعات زیاد را قطع می‌کنند و توجه به چیز دیگری معطوف می‌شود.

لُب‌های جلویی (پیشانی)

لُب‌های جلویی بیشترین بخش قشر مغز (۲۸ درصد) را اشغال می‌کنند و سخت‌ترین اعمال را انجام می‌دهند (تصویر ۵ـ۳ را ببینید). لب‌های جلویی که در جلوی مغز قرار دارند و تا بالای سر امتداد دارند، در طی ۲۰/۰۰۰ نسل گذشته به سرعت توسعه پیدا کرده‌اند و به روشنی ما را از اجداد اوّلیهٔ خود متمایز ساخته‌اند. توانایی شما برای حرکت دادن ارادی اعضای بدن خود، فکر کردن دربارهٔ گذشته، برنامه‌ریزی برای آینده، متمرکز شدن روی چیزی، تفکر، تصمیم گرفتن، حل کردن مشکلات و شرکت در مکالمات همه به دلیل وجود این بخش بسیار کامل مغز شما امکان دارد. امّا شاید شگفت‌انگیزتر از همه این کارها این حقیقت باشد که لب‌های جلویی قشر مغز همان چیزهایی هستند که شما را قادر می‌سازند تا به طور خودآگاه از تمامی این تفکرات و فعالیت‌ها آگاه باشید.

عملکردهای لب‌های جلویی در دو شاخهٔ اصلی قرار می‌گیرند: پردازش حرکتی حسی و درک.

نواری از سلول‌ها به سمت عقب لُب‌های جلویی وجود دارند که در بالای مغز از یک طرف به طرف دیگر کشیده شده‌اند و یک نوع نوار، درست، جلوی گوش‌ها تشکیل داده‌اند که شبیه به قطعهٔ اتصالی بین گوشی‌های ضبط صوت است (تصویر ۶ـ۳ را ببینید). تقریباً تمامی فعالیت‌های عصبی که حرکت عضلانی را هدایت می‌کنند، در قشر

حرکتی مغز به وجود می‌آیند. مناطق مختلفی از این نوار، حرکت‌های عضلات مشخصی در بدن را کنترل می‌کنند. هر بخش از بدن از نوک پا گرفته تا لب‌ها، منطقهٔ مرتبطی شبیه به قشر حسیِ بدن در قشر حرکتی دارند، امّا تمامی قسمت‌های بدن به طور یکسان در قشر مغز قسمت‌های مربوط به خود را ندارند.

عضلات ویژه‌ای در بدن باید حرکات دقیقتر و ظریفتری از دیگر عضلات انجام دهند؛ بنابراین، مناطقی از قشر مغز که این عضلات را کنترل می‌کنند بسیار بزرگ هستند؛

تصویر ۵ـ۳
لب‌های جلویی (پیشانی)



برای مثال، مناطقی که انگشتان، لب‌ها و زبان را کنترل می‌کنند بسیار بزرگتر از منطقه‌ای هستند که گودی کمر را کنترل می‌کند؛ چون، گودی کمر حرکات ظریفی انجام نمی‌دهد.

درست در جلوی قشر حرکتی منطقهٔ حرکتی تکمیلی وجود دارد. این منطقه گروهی از سلول‌های عصبی بسیار مهمی به نام منطقهٔ بروکا(Broca) دارد. این قسمت از مغز است که به شما اجازهٔ سخن گفتن می‌دهد. منطقهٔ بروکا، در ۹۵ درصد از مردم، در نیمکرهٔ چپ منطقهٔ حرکتی تکمیلی قرار دارد. در ۵ درصد بقیه که حدود ۳۰ درصد از افراد

تصویر ۶ـ۳
قشر حرکتی



چپ دست هستند، منطقهٔ تولید زبان در نیمکرهٔ راست قرار دارد. شاید تعجبی نداشته باشد که بدانیم منطقهٔ بروکا توسط دسته‌ای از رشته‌های عصبی به منطقهٔ ورنیک در لُب‌های گیجگاهی مرتبط است.

این ارتباط بسیار مهم است؛ چون، قبل از این که حرفی زده شود، شکل گفتار و واژه‌های مناسب باید ابتدا در منطقهٔ ورنیک کنار هم قرار گیرند و بعد به منطقهٔ بروکا فرستاده شوند تا به صداهای درست برگردان شوند. سپس این اطلاعات برای تولیدآوایی به قشر حرکتی فرستاده می‌شوند (آکرمن Ackerman، ۱۹۹۲).

قسمت بزرگ لُب‌های جلویی که در جلوی مناطق حرکتی ثانویه قرار دارند گاهی منطقهٔ «خاموش» نامیده شده‌اند به این معنا که فارغ از پردازش اطلاعات حسی و کنترل حرکات هستند. این منطقه که «قشر پیش جلویی» نامیده می‌شود در انسان‌ها نسبتاً از انواع دیگر جانداران بزرگتر است. ممکن است این همان بخش از مغز ما باشد که به روشنی معنای انسان بودن را تعریف می‌کند؛ یعنی، همان بخشی که ما را از حیوانات جدا می‌سازد. همان طوری که خانم سندرا آکرمن در کتاب خود به نام «کشف مغز» بیان می‌کند:

زندگی انسان‌ها از دیگر انواع حیوانات انعطاف‌پذیرتر و کمتر قالبی است و این باور وجود دارد که قشر مغز بایَد به نوعی با آزاد کردن افراد از رفتارهای مشخص و از قبل تعیین شده ارتباط داشته باشد. (آکرمن، ۱۹۹۲، صفحهٔ ۱۵)

قشر پیش جلویی گاهی قشر ارتباطی نامیده می‌شود. این جاست که اطلاعات از دنیای خارج و داخل به وجود می‌آید و ارتباط بین اشیا و نام آنها ساخته می‌شود و عالیترین شکل فعالیت‌های ذهنی اتفاق می‌افتند.

قشر مغز انسانی ماست که ما را قادر می‌سازد تا کلیسا بسازیم، سمفونی بنویسیم، رؤیاپردازی کنیم و برای آینده‌ای بهتر برنامه‌ریزی کنیم، عاشق یا متنفر شویم و درد عاطفی را تجربه کنیم؛ زیرا در قشر است که هوشیاری ـ توانایی ما برای آگاهی از آنچه می‌اندیشیم، احساس می‌کنیم و انجام می‌دهیم ـ به وجود می‌آید.

یافته‌های اخیر، به طور تلویحی، بخشی از قشر پیش جلویی را برای تنظیم خودکار احساسات کلیدی شمرده‌اند (سیگل، ۱۹۹۹). به نظر می‌رسد قشر جلویی چشمی (نام‌گذاری آن به دلیل نزدیکی آن به کاسهٔ چشم یا دور چشم است.) مسؤولیت ارزیابی و تنظیم پیام‌های هیجانی را که از مراکز پایینی مغز به وجود می‌آیند، به عهده دارد. این یافتهٔ جدید در مورد قشر جلویی چشم باید مورد توجه و مطالعهٔ ما قرار گیرد. ممکن است این مطالعه در نتیجه ما را یاری کند تا اختلالات تنظیم خودکار روزانه مانند عصبانیت هنگام رانندگی یا نحسی کودکان را بفهمیم. ممکن است که این پاسخ‌های نامناسب نتیجهٔ آسیبی به مغز باشد که نوعی مدار کوتاه در سیستم قشر جلویی چشمی را باعث می‌شود ـ البته ممکن است استعدادهای ژنتیکی نیز عاملی یاریگر در این مسأله باشند. با این وجود، بعضی از محققان بر این باورند که شایعترین دلیل شکست برای تنظیم خودکار پاسخ‌های عاطفی کمبود رفتار عاطفی هماهنگ در سال‌های اولیهٔ زندگی افراد است (سیگل، ۲۰۰۰).

برای شرکت در یک فعالیت به ظاهر ساده، بخش‌های زیادی از مغز باید در مجموعهٔ پیچیده‌ای از رفتارهای متقابل با هم کار کنند؛ برای مثال، منطقهٔ بروکا و ورنیک و قشر حرکتی همه باید با هم کار کنند تا ما یک جمله را بگوییم. همین مسأله برای راه رفتن در اتاق، برداشتن لیوان یا شناختن یک دوست نیز صادق است. اگرچه ما در این جا ساختار و عملکرد ساختارهای اصلی مغز را بررسی کردیم، امّا بسیار مهم است به خاطر داشته باشیم که هیچ ساختاری در این سیستم پیچیده به تنهایی کار نمی‌کند.

آیا ما دو ذهنی هستیم؟

در این فصل و فصل قبلی گفتیم که ساختارهای مختلفی از مغز به صورت جفتی هستند (به جز غدهٔ صنوبری که در نهایت سقراط آن را صندلی روح نامید).

اگر از بالا به پایین نگاه کنیم، به نظر می‌رسد که تمامی مغز از دو نیمهٔ به ظاهر برابر تشکیل شده است. شیار عمیقی به نام شکاف طولی، طول مغز را طی می‌کند و تقریباً تا

نیمهٔ مغز پایین می‌رود و آن را به دو بخش شبیه به یک گردوی بزرگ تقسیم می‌کند.

قرن‌ها بر سه عملکرد و نقش‌های این دو نیمه که نیمکرهٔ چپ و راست نامیده می‌شوند، بحث بوده است. ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، بقراط در مورد امکان دوگانه بودن مغز انسان چیزهایی نوشت. در سال ۱۸۷۴، یک مرد انگلیسی به نام جان هاگلینگس جکسون (John Hugnlings Jackson) نظریه‌ای مطرح کرد مبنی بر این که مغز یک نیمکرهٔ هدایتگر دارد (بینی و جانسون، ۱۹۹۰). در دهۀ ۷۰ و ۸۰، حتی تا حدّ کمی امروزه، بسیار شنیده می‌شد که مردم راست مغز یا چپ مغز هستند و به طور کل اعلام می‌کردند که بعضی «چپ مغزها» بسیار کلامی و تحلیلی و بعضی «راست مغزها» هنری و عاطفی هستند. این نظریۀ محکم تقسیم مغز به راست و چپ باعث شد تا کتاب‌ها و کلاس‌هایی با عنوان طراحی در قسمت راست مغز یا ایجاد یک سبک مدیریت راست مغز به وجود آیند تا فعالیت و تفکر راست مغزی را تشویق کنند. حتی آموزگاران تلاش می‌کردند که بیشتر آموزش خود را به سمت راست مغز هدایت کنند. همان گونه که گاهی در نظریات جدید اتفاقی می‌افتد، ما نیز یک موضوع پیچیده را انتخاب کردیم و با نیّاتی خوب کاربردهایی به وجود آوردیم که از تحقیقات علمی اصلی بسیار دور بودند. (دانشمندان حتی برای اشتیاق افسار گسیختهٔ ما برای «دو مغز بودنمان» کلمه‌ای ساخته‌اند. آنها به این اشتیاق «جنون دو قسمتی» می‌گویند.)

هیچ کدام از این نظریات دربارهٔ نقش نیمکره‌های مغز کاملاً درست یا کاملاً نادرست نبودند. در دو دهۀ گذشته تحقیقات زیادی روی نقش نیمکره‌های مغزی به انجام رسیده است. همان طور که اغلب اتفاق می‌افتد، ما هر چه بیشتر روی بخش‌های مغز مطالعه کنیم به پیچیدگی آنها بیشتر پی می‌بریم و نیمکره‌ها نیز از این قاعده مستثنا نیستند. یافته‌های جدید باعث شده‌اند تا برخی از محققان و نویسندگان برجسته در این زمینه نظریات قبلی خود را اصلاح کنند.

کدام یک از اطلاعات گذشته هنوز درست است و ما چه اطلاعات تازه‌ای در مورد نیمکره‌ها و عملکرد آنان داریم؟

مدت‌هاست می‌دانیم که نیمکرهٔ چپ مغز، تا حدّ زیادی، سمت راست بدن و نیمکرهٔ راست، سمت چپ بدن را رهبری می‌کند. همچنین می‌دانیم که این دو نیمکره توسط چندین دسته رشته به نام «بندهای ارتباطی» به هم وصل شده‌اند. بزرگترین آنها یک دسته رشتهٔ ۱۰ سانتیمتری است به نام کورپس کالوسوم Corpus Callosum که بزرگترین سیستم رشته‌ای در مغز است و از ۳۰۰ میلیون آکسون یا زایده‌های نورونی که مسؤول ارسال پیام به دیگر سلول‌ها هستند، تشکیل شده است.

این اطلاعات فراوان برای سالیان سال در دسترس بوده‌اند، امّا کشف این که هر نیمکره کارهای ویژهٔ خود را انجام می‌دهد نسبتاً جدید است. در اوایل دههٔ ۶۰، چندین متخصص اعصاب در مؤسسهٔ فنّاوری کالیفرنیا به دنبال راهی برای کنترل‌کردن حمله‌های صرعی بودند. حمله‌های صرعی یا اختلالات الکتریکی مغز در یک نیمکره، اغلب از طریق کورپس‌کالوسوم گذر کرده و در نیمکرهٔ دیگر مغز یک حمله ایجاد می‌کنند. یک محقق اعصاب به نام **راجر اسپری** به همراه دو جراح مغز به نام‌های **ژوزف بوگن** و **فیلیپ وُگل** نظر دادند که بریدن کورپس‌کالوسوم ممکن است از حرکت فعالیت الکتریکی بین نیمکره‌ها از طریق این مسیر جلوگیری کند و بنابراین، حملات را کمتر یا متوقف کند (آرنستاین Ornestein، ۱۹۹۷). آنها درست حدس زده بودند. بعد از عمل جراحی و برداشتن کورپس‌کالوسوم آثار بیماری در بیماران بسیار کاهش یافت و بیماران در فعالیت‌های روزانه بسیار عالی عمل می‌کردند. امّا مطالعات روی این بیماران که نیمکره‌هایشان قطع شده بود نشان داد که چیز عجیبی اتفاق افتاده است. اگر بیماران چیزی (مانند یک مداد) را در دست راست خود بدون دیده‌شدن مخفی می‌کردند می‌توانستند بگویند که در دستشان چیست، امّا وقتی چیزی در دست چپ خود بدون دیده‌شدن مخفی می‌کردند ادعا می‌کردند که چیزی ندارند. این یافته‌ها گیج کننده بودند و به مطالعات بیشتر روی بیمارانی با نیمکره‌های مغزی جدا منجر شد. بیشتر این تحقیقات توسط راجر اسپری و همکارانش مایکل گازانیگا و ژوزف بوگن انجام شد و به این نتیجه منجر شد که نیمکره‌ها واقعاً برای کاری که می‌کنند تخصص یافته‌اند (گازانیگا،

بوگن و اسپری، ۱۹۶۲). پس از این تحقیقات می‌دانیم که چرا بیماران با نیمکره‌های مغزی جدا وقتی مدادی بدون دیده شدن در دست چپ خود مخفی کرده بودند نمی‌توانستند بگویند که چه در دست دارند؛ زیرا، دست چپ ارتباط زیادی با نیمکرهٔ راست دارد. نیمکرهٔ چپ محدود به عمل صحبت کردن است. بنابراین وقتی کورپس کالوسوم قطع می‌شود و نیمکره‌ها نمی‌توانند با یکدیگر ارتباط داشته باشند نیمکرهٔ راست «خاموش» به شخص اجازه نمی‌دهد تا اسم شیء را ببرد. (به یاد داشته باشید که در حدود ۹۵ درصد از مردم، نیمکرهٔ چپ کار صحبت کردن را انجام می‌دهد در حالی که این کار در بعضی از چپ دست‌ها برعکس است.)

تحقیقات بیشتر، دیگر وظایف مشخص نمیکره‌ها را نیز آشکار کرد. آهنگ‌ها در گوش چپ / نیمکرهٔ راست بهتر از گوش راست / نیمکرهٔ چپ درک می‌شوند. به نظر می‌رسد احساسات نیز محل‌های خاصّ خود را دارند، به این صورت که نیمکرهٔ راست احساسات منفی و نیمکرهٔ چپ احساسات مثبت و خوش‌بینانه را پردازش می‌کنند (آرنستاین، ۱۹۹۷). افرادی که نیمکرهٔ چپ آنها آسیب دیده است، صورت انسان‌ها را خوب تشخیص نمی‌دهند در حالی که آسیب وارده به نیمکرهٔ راست اغلب باعث می‌شود تا این افراد در پیدا کردن راه خود دچار مشکل شوند.

شاید یکی از مهمترین ابعاد اختصاصی بودن نیمکره‌ها مسألهٔ محیط اطراف باشد. فهم ما از آنچه می‌خوانیم یا درک ما از آنچه می‌شنویم به محیطی که این مسائل در آن اتفاق می‌افتد بستگی دارد؛ برای مثال، جملهٔ «خیلی جالبه» می‌تواند با خوشحالی یا طعنه بیان شود. اگر شما نتوانید با استفاده از حرکات بدن، لحن صدای فرد یا جملهٔ قبل از آن در صحبت‌های فرد محیط را تشخیص دهید این جمله تقریباً بی‌معنی خواهد بود. جالب این است که این نیمکرهٔ راست است که اطلاعات خارجی را رمزگشایی می‌کند و ما را قادر می‌سازد تا یک درک کلّی از آنچه گفته می‌شود یا خوانده می‌شود به وجود آوریم. این نیمکرهٔ راست است که ما را قادر می‌سازد تا شوخی نهفته در یک عبارت را بفهمیم یا به درستی به آن پاسخ بگوییم. همین نیمکره است که زمینهٔ کلّی یک منظره را

کنار هم می‌گذارد و به ما امکان می‌دهد تا جنگل و نیز تک‌تک درختان را ببینیم. نیمکرهٔ راست یک دید کلّی از جهان به ما می‌دهد (آرنستاین، ۱۹۹۷).

تحقیق روی بیماران با نیمکره‌های جدا جالب است، امّا در مورد بیشتر ما که یک کورپس کالوسوم سالم داریم چه؟ آیا نیمکره‌های ما نیز به نوعی اختصاصی شده‌اند؟ **رابرت آرنستاین** محقق، با استفاده از نوار مغز مطالعات زیادی روی افراد عادی انجام داده است که یافته‌های موجود با استفاده از بیماران با نیمکره‌های جدا را ثابت می‌کند. آرنستاین و همکارانش از مردم خواستند تا کارهایی ساده مثل نامه نوشتن به یک دوست (نیمکرهٔ چپ) یا کنار هم قرار دادن مربع‌ها و ساختن چیزی (نیمکرهٔ راست) را انجام دهند و به هنگام کار امواج مغزی آنان را ضبط کردند. محققان امواج آلفا (نشانگر یک مغز بیدار بی‌فایده) و امواج بتا (یک مغز بیدار که اطلاعات را با فعالیت زیاد پردازش می‌کند) را در حین انجام این کارها با هم مقایسه کردند. وقتی شخصی نامه می‌نوشت، نیمکرهٔ چپ، فعالیت امواج بتای بیشتر و نیمکرهٔ راست، امواج آلفای بیشتری نشان می‌داد. عکس این مسأله، وقتی شخصی مربع‌ها را کنار هم قرار می‌داد، صادق بود. آرنستاین این پدیده را به این صورت توصیف می‌کند که نیمکره‌ای که مسؤول کاری خاص است «روشن» می‌شود در حالی که نیمکرهٔ دیگر به طور موقت «خاموش» می‌شود (آرنستاین، ۱۹۹۷).

اگرچه امروزه به نظر می‌رسد که نیمکره‌های مغز ما هر کدام تخصص خود را دارند، امّا باید به یاد داشته باشیم که آنها در تمامی مدت، هماهنگ با یکدیگر کار می‌کنند. هم اکنون در مغز ما، اطلاعاتی که به یک نیمکره می‌رسد به سرعت در دسترس نیمکرهٔ دیگر قرار می‌گیرد. پاسخ‌های دو نیمکرهٔ انسان آن‌قدر با هم هماهنگ است که یک دیدگاه واحد از دنیا می‌سازد؛ برای مثال، وقتی شما مشغول صحبت کردن هستید، نیمکرهٔ چپ شماست که به شما امکان حرف زدن می‌دهد، امّا این نیمکرهٔ راست است که به سخنان شما آهنگ می‌دهد. این کار از آن طرف، به کسی که به شما گوش می‌کند امکان می‌دهد تا از نیمکرهٔ راست خود استفاده کند و محیط را بسنجد و معنای مورد نظر

واژه‌های شما را به طور کامل بفهمد. اعمال تخصصی هر نیمکره وقتی که توسط نیمکرهٔ دیگر آگاه شده باشند به حدّ تکامل می‌رسند. دو نیمهٔ مغز ما در یک فعالیت بسیار زیبا و هماهنگ با یکدیگر کار می‌کنند. این همکاری توسط **رابرت آرنستاین** (۱۹۹۷) در کتابش به نام «ذهن درست» توصیف شده است:

اگرچه آنها چند سانتی با هم فاصله دارند، امّا در یک بدن قرار دارند. آنها مخچه، ریشهٔ مغز و نخاع واحدی دارند. هر نیمه از مغز انسان سال‌ها تجربه را با دیگری قسمت می‌کند. آنها در صبح همان نان و برای ناهار همان همبرگر را مصرف می‌کنند (و بنابراین همان تغییرات را در موادّ خون دریافت می‌کنند) و از هورمون‌های یکسان استفاده می‌نمایند، ترکیبات پیام رسان عصبی یکسانی در هر کدام از آنها جریان دارد، آنها به مزخرفات یکسان مردم دیگر گوش می‌دهند، برنامهٔ تلویزیونی یکسانی را تماشا می‌کنند و به مهمانی‌های یکسانی می‌روند. با این وجود، هیچ‌کدام از نیمکره‌ها برای خود کار نمی‌کنند حتی وقتی ما روی یک پا یا پای دیگر راه می‌رویم یا این که وقتی می‌دانیم مساحت یک مستطیل به طول یا عرض آن بستگی دارد، تقریباً هیچ چیزی تنها با نیمکرهٔ راست یا چپ تنظیم نمی‌شود (آرنستاین، ۱۹۹۷، صفحهٔ ۶۸).

آموزش به دو نیمهٔ مغز

آیا برای ما معلمان دانستن کارکرد ویژهٔ هر نیمکره برای پردازش اطلاعات معنای زیادی دارد؟ آیا دانستن این مطلب که نیمکرهٔ چپ متن را پردازش می‌کند و نیمکرهٔ راست محیط را به وجود می‌آورد به ما کمکی می‌کند؟ شاید مسائل مهمی فراتر از فعالیت‌های «آموزشی به سمت راست مغز» که همه دربارهٔ آن شنیده‌ایم و شاید در کلاس درس از آن استفاده کرده‌ایم وجود داشته باشند. شاید ما باید روی آموزش به هر دو نیمهٔ مغز تأکید بیشتری داشته باشیم؛ چون، آنها همیشه با هم کار می‌کنند، محتوا (متنی که نیمکرهٔ چپ در آن عالی کار می‌کند) مهم است، امّا متن بدون محیط (که تخصص نیمکرهٔ راست است) اغلب بی‌معناست. ما باید محتوا را در محیطی رشد دهیم که برای دانش‌آموزان

معنادار و به زندگی و تجارت شخصی آنان مرتبط باشد. این، آموزش به دو نیمهٔ مغز است. معمولاً مواد درسی جداگانه تدریس می‌شوند و تنها تلاش کمی می‌شود تا به دانش‌آموزان کمک کنند تا ببینند چگونه این اطلاعات در زندگی آنها استفاده می‌شود یا می‌تواند استفاده شود. بسیاری از دانش‌آموزان، هرگز نمی‌فهمند که چه طور محتوایی که می‌آموزند با طرح بزرگتری از اشیا مطابقت دارد.

بسیاری از شما هستند که در درس‌های خاصّی نمره‌های خوب گرفته‌اند و اقرار می‌کنند که هرگز از آنچه یاد گرفته‌اند استفاده نکرده‌اند؛ چون، بیرون از محیط آموزش داده شده‌اند. آیا آنچه شما در درس تاریخ فراگرفتید به شما کمک می‌کند تا وقایعی را که در دنیای امروز اتفاق می‌افتد بفهمید؟

آیا نمرهٔ ۲۰ شما در درس جبر به شما در حلّ مشکلات روزمرهٔ زندگی کمکی می‌کند؟ اگر ما موادّ درسی را با تجربهٔ دانش‌آموزان مرتبط نکنیم، بسیاری از این اطلاعات فراموش می‌شود و ما وقت خود را با مجبور کردن دانش‌آموزان به حفظ کردن بی‌معنا تلف کرده‌ایم. طبق نظر **دیوید پرکینز**، ما دانش‌آموزانی می‌سازیم با «دانش شکستنی» که یا بعد از امتحان به یاد نمی‌آورند یا نمی‌دانند چه وقت و چگونه از آن استفاده کنند (پرکینز، ۱۹۹۲). شاید درک بهتری از نیمکره‌ها، ما را یاری کند تا موادّ درسیی طراحی کنیم که نه تنها به افزایش فهم اطلاعات تدریس شده به دانش‌آموزان منجر شود بلکه توانایی آنان در استفادهٔ مناسب از این اطلاعات را بیشتر کند.

اطلاعات موجود در فصل‌های ۲ و ۳ به این منظور آورده شده‌اند تا به عنوان مرجعی برای بقیهٔ کتاب مورد استفاده قرار گیرند. وقتی از ساختارهای عصبی مختلف نام برده می‌شود، شما می‌توانید به این صفحات برگردید تا حافظهٔ خود را زنده کنید و بدین وسیله، ارتباطات نورونی که به هنگام خواندن این اطلاعات برای اوّلین بار به وجود آمدند را تقویت کنید. در فصل بعد، نگاهی به نحوهٔ تشکیل این ارتباطات نورونی و نقش آنها در حافظه و یادگیری خواهیم داشت.

تمرین

۱ ـ بدون نگاه کردن به کتاب، طرحی ساده از مغز بکشید و چهار لُب را روی آن نامگذاری کنید.
زیر هر لب، کارکردهای اصلی آن لب را فهرست کنید.

۲ـ به یک دوست توضیح دهید که چرا واژه‌های «راست مغز» و «چپ مغز»، به کارکرد نیمکره‌های مغزی دقیق توضیح نمی‌دهند.

۳ـ اگر شما با همکاران خود در یک مطالعهٔ گروهی شرکت دارید، یک جلسه را به بحث در مورد نحوهٔ آموزش همزمان به دو نیمکرهٔ مغز اختصاص دهید.

فصل چهارم

نورون‌ها چگونه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند؟

تمامی رفتار انسان به ارتباط بین نورون‌ها برمی‌گردد. هر فکری که در ذهن شماست، هر احساسی که دارید، هر حرکتی که می‌کنید، آگاهی شما از دنیای اطراف و توانایی شما برای خواندن همه و همه ممکن هستند؛ چون نورون‌ها با یکدیگر «حرف می‌زنند». چگونه این سلول‌ها این چنین اعمال مختلفی را انجام می‌دهند؟ ارتباط بین نورون‌ها چگونه است؟ زمانی ما باور داشتیم که ارتباط بین نورون‌ها یک جریان الکتریکی ساده است که بین نورون‌ها جاری است. امروز می‌دانیم که این مسأله تنها در مورد چند نورون در سیستم عصبی صدق می‌کند. تمرکز ما روی اکثریت نورون‌ها در مغز یک انسان بالغ خواهد بود که صرفاً با استفاده از الکتریسیته ارتباط برقرار نمی‌کنند.

پتانسیل عمل: پیام الکتریکی مغز

بیشتر نورون‌ها با یکدیگر از طریق پیام‌های الکتریکی و شیمیایی ارتباط برقرار می‌کنند. ما سال‌هاست که می‌دانیم مغز نوعی الکتریسیته تولید می‌کند. در سال ۱۸۷۵ فیزیولوژیست انگلیسی به نام **ریچارد کاتون** (Richard Caton) جریان‌های الکتریکی

ضعیفی را در مغز میمون‌ها ضبط کرد. امّا در سال ۱۹۲۹ بود که روانپزشک آلمانی به نام **هانس برگر** (Hans Berger) برای اوّلین بار پیام‌های الکتریکی را در مغز انسان‌ها ضبط نمود (گرین فیلد، ۱۹۹۷).

امروزه، جریان‌های تولید شده توسط میلیون‌ها نورون در مغز معمولاً با استفاده از نوار مغزی اندازه‌گیری می‌شوند. منبع این پیام‌های الکتریکی چیست؟ این پیام‌های الکتریکی با برق مورد استفادهٔ رایانه‌ها و وسایل برقی چه تفاوتی دارند؟

پیام‌های عصبی که در آکسون‌های نورون‌ها حرکت می‌کنند، جریان‌های بیوالکتریکی هستند؛ امّا درون سیم‌های خانهٔ ما جریان‌های الکتریکی مکانیکی جریان دارند. در مغز ما، این پیام‌ها نتیجهٔ حرکت چهار یون مشترک هستند: سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر (یون‌ها همان اتم‌هایی هستند که بار الکتریکی مثبت یا منفی دارند. یون‌های منفی مثل یون کلر، اتمهایی هستند که یک یا چند الکترون گرفته‌اند). کانال‌های ویژه‌ای در غشای سلول نورون به یون‌ها اجازه می‌دهند تا از یک سمت غشا به سمت دیگر آن بروند. یون‌های پتاسیم در داخل غشای یک نورون در حال استراحت پخش شده‌اند، یون‌های سدیم، کلسیم و کلر در امتداد بیرون غشا معمولاً کم و بیش نفوذناپذیر پخش شده‌اند. داخل یک نورون نسبت به خارج آن تعداد بیشتری یون با بار منفی دارد. این اختلاف بار، که به آن «پتانسیل استراحت» می‌گویند، معمولاً به صورت یک ارزش منفی، حدود منفی ۷۰ هزارم ولت، بیان می‌شود؛ به عبارت دیگر، یک نورون در حال استراحت بار منفی بسیار کمی دارد.

معمولاً وقتی چیز زیادی اتفاق نمی‌افتد، یک نورون با سرعت نسبتاً مناسب و نامنظم پیام‌هایی در آکسون می‌فرستد. وقتی یک نورون تحریک می‌شود (پیام‌های هیجانی از نورون‌های دیگر دریافت می‌کند) کانال‌های سدیم غشا باز می‌شوند و یون‌های سدیم با بار مثبت وارد سلول می‌شوند. این عمل، اختلاف پتانسیل را به طور موقت در داخل سلول بیشتر از خارج می‌کند. به محض این که این اتفاق می‌افتد، یون‌های پتاسیم مثبت شده از سلول خارج می‌شوند و ولتاژ را از حدّ معمول پایین‌تر می‌آورند. این تغییر

کوچک در اختلاف پتانسیل معمولاً حدود یک هزارم ثانیه طول می‌کشد و به پتانسیل عمل موسوم است. وقتی کانال‌های سدیم یکی پس از دیگری باز می‌شوند، پتانسیل عمل در سراسر آکسون پخش می‌شود (رستاک، ۱۹۹۴). هر کانال آکسون کانال دیگری را باز می‌کند. حاصل این عمل زنجیروار آزاد شدن مقدار زیادی انرژی است. این پیام تا زمانی که به انتهای آکسون برسد، در یک جهت حرکت می‌کند. اگر چه تمامی پتانسیل‌های عمل شدت یکسانی دارند، امّا قدرت پیام می‌تواند بسته به تعداد تولید پتانسیلِ عمل فرق کند. بعضی از نورون‌ها می‌توانند تا ۵۰۰ پتانسیلِ عمل در ثانیه تولید کنند. امّا سرعت طبیعی بین ۳۰ تا ۱۰۰ پتانسیل عمل در ثانیه است. سرعت پتانسیل عمل، به قطر آکسون و این که آیا آکسون با میلین عایق شده است یا نه بستگی دارد. پتانسیل عمل تا سرعت ۴۰۰ کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کنند. این سرعت از سرعت رایانه خیلی کمتر است، امّا از لحاظ زیست‌شناسی سریع است (گرین فیلد، ۱۹۹۷).

حالا که ما نگاهی به محتویات الکتریکی ارتباط عصبی داشتیم، برای فهم محتویات شیمیایی در موقعیت بهتری قرار داریم.

داروخانهٔ مغز: پیام‌های شیمیایی

در شب عید پاک ۱۹۲۱، فیزیولوژیست اتریشی به نام **اوتو لووی** (Otto Loewi) خواب عجیبی دید. او از خواب پرید، چیزهایی یادداشت کرد و دوباره خوابید. صبح که از خواب برخاست نمی‌توانست معنای نوشته‌هایش را بفهمد، امّا می‌دانست چیزهای مهمی نوشته است. شب بعد نیز او دوباره همان خواب را دید و به آزمایشگاه رفت تا روی آزمایشی که در خواب به او تلقین شده بود کار کند. این آزمایش روی دو قلب قورباغه انجام شد که به صورت زنده در جعبه‌های خاصی نگهداری می‌شدند و با مایعی شبیه به آنچه که در بدن یافت می‌شود، پر شده بودند. در آن زمان، همه می‌دانستند که اگر عصب واگوس (که تحرک قلب راکم می‌کند) تحریک شود قلب نیز کندتر خواهد زد. لووی عصب واگوس یکی از قلب‌ها را تحریک کرد سپس مایعی که آن را احاطه کرده بود

به قلب دوم منتقل کرد. اگر چه قلب دوم تحریک نشده بود امّا قلب دوم نیز کندتر زد. لووی نتیجه گرفت که وقتی قلب اوّل تحریک شد باید موادّ شیمیایی وارد مایع اطراف آن شده باشند و وقتی این مایع به قلب دوم نیز منتقل شد، تأثیر مایع روی قلب دوم همانند قلب اوّل بود. اوّلین مادهٔ شیمیایی را **واگوستاف** نامید که در سال ۱۹۹۳ به عنوان پیام رسان استیل کولین شناخته شد. کشف تأثیر استیل کولین روی قلب پیداکردن اشارات عمیقی بود برای این که بفهمیم نورون‌ها چگونه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند (بید، کانوز و پارادیسو، ۱۹۹۶).

استیل کولین یکی از پیام‌رسان‌های شیمیایی مغز است که به پیام‌رسان‌های عصبی معروف هستند. امروزه، نسبتاً پیام‌رسان‌های عصبی زیادی شناخته شده‌اند. احتمالاً نام دوپامین، سروتونین و اندورفین‌ها به گوش شما خورده است. پیام رسان‌های بسیار دیگری نیز هستند که تعدادشان شاید به ۱۰ برسد. بعضی از این پیام‌رسان‌ها در درون بدنهٔ سلولی نورون‌ها و بقیه در پایانه‌های آکسون‌ها به طور مصنوعی ساخته می‌شوند. تقریباً تمامی پیام رسان‌های عصبی از هر کجا که تولید شوند، در کیسه‌ها یا پایانه‌های حباب شکل شاخه‌های آکسون‌ها ذخیره می‌شوند تا در صورت نیاز آمادهٔ عمل باشند.

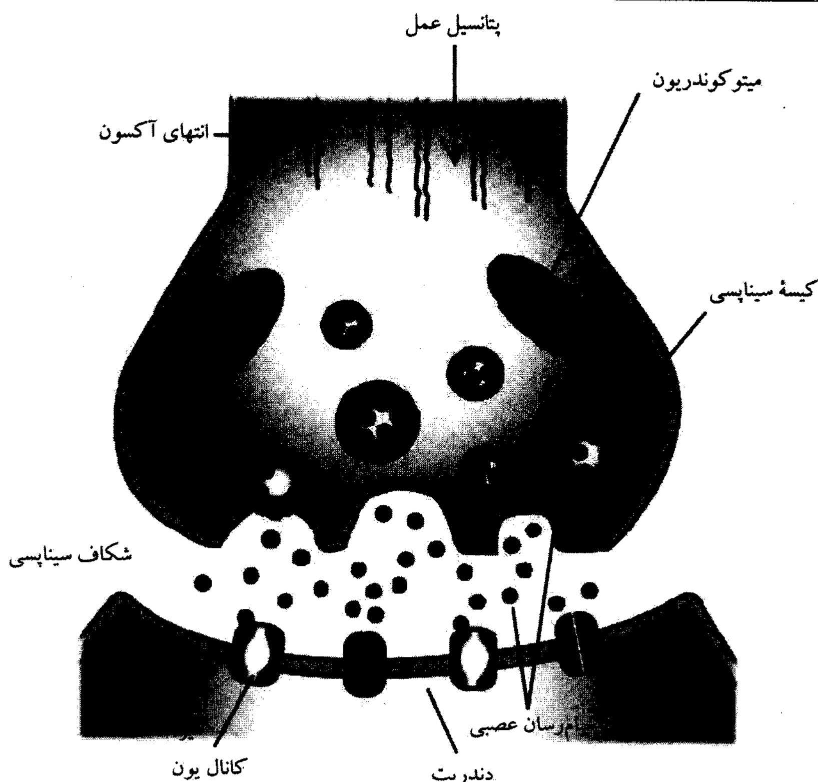
پیام رسان‌های عصبی یا برانگیزنده هستند یا بازدارنده؛ بدین معنا که احتمال شلیک یک نورون را افزایش یا کاهش می‌دهند. در نگاه اوّل ممکن است فهمیدن این مطلب که چرا شما گاهی اوقات باید بخواهید که فعالیت عصبی خود را متوقف کنید، مشکل باشد. امّا تصور کنید که اگر تمامی نورون‌های قشر حرکت یا هر قسمت دیگر مغز مرتبط با حرکت، تمامی وقت در حال شلیک باشند اوضاع به چه صورتی در خواهد آمد. پیام‌رسان‌های عصبی موادّ شیمیایی جالبی هستند و ما کمی جلوتر در این فصل به آنها خواهیم پرداخت.

سیناپس

قدم بعدی مهم جهت ارتباط عصبی این است که نگاهی داشته باشیم به نحوهٔ همکاری

اجزای الکتریکی و شیمیایی برای فراهم آوردن امکان جابه جایی اطلاعات از یک سلول به سلول دیگر در سیستم عصبی مرکزی. این فعالیت همه جانبهٔ مهم، در محلّ اتصال پایانهٔ آکسون یک نورون و دندریت مستقر روی بدنهٔ سلولی نورون دوم اتفاق می‌افتد. این محل اتصال را **سیناپس** می‌نامند (تصویر ۱-۴ را ببینید). پایانهٔ آکسون و غشای دندریت به وسیلهٔ یک شکاف فوق‌العاده کوچک به نام شکاف سیناپسی از هم جدا شده‌اند. بیشتر سیناپس‌ها روی ستون دندریت‌ها قرار دارند، امّا ۱۵ تا ۲۰ درصد

تصویر ۱-۴
سیناپس



سیناپس‌ها روی خود بدنهٔ سلول به وجود می‌آیند.

وقتی پتانسیل عمل به پایانهٔ یک آکسون می‌رسد، دهانهٔ بعضی از کیسه‌ها را تحریک می‌کند و در نتیجه، یک یا چند پیام‌رسان عصبی را به شکاف سیناپسی رها می‌کند. مولکول‌های پیام‌رسان‌های عصبی در تمامی شکاف پخش می‌شوند. هرچه پتانسیل عمل بیشتری به پایانه برسد، مولکول‌های بیشتری به شکاف رها می‌شوند. اکنون، پیام الکتریکی پتانسیل عمل به یک پیام شیمیایی تبدیل گشته است و این مواد در عرض هزارم ثانیه‌ها از عرض شکاف عبور می‌کنند. (زمانی دانشمندان باور داشتند که هر نورون فقط یک پیام‌رسان تولید می‌کند. حالا ما می‌دانیم که یک نورون ممکن است دو یا چند پیام‌رسان را در یک سیناپس رها کند حتی ممکن است پیام‌رسان‌ها را عوض کند.)

زمانی که مولکول‌های پیام‌رسان عصبی به طرف دیگر سیناپس می‌رسند، هر مولکول با هدف خود، نورون گیرنده یا پس‌سیناپسی تماس برقرار می‌کند. این تماس چگونه برقرار می‌شود؟ روی دندریت نورون گیرنده مولکول‌های پروتئین بزرگ خاصی هستند که گیرنده نامیده می‌شوند.

هر پیام‌رسان شکل متفاوتی دارد و گیرنده‌ها نیز به طور خاصّی مطابق شکل پیام رسانی که دریافت می‌کنند، طراحی شده‌اند ـ درست به دقتی که یک کلید برای قفل ساخته می‌شود. مولکول پیام‌رسان با گیرنده جفت می‌شود و کانال‌های یون را روی غشای نورون مقصد بسته یا باز می‌کند. همان طور که تغییر در اختلاف پتانسیل غشای یک آکسون پتانسیل عمل ایجاد می‌کند، تغییر در اختلاف پتانسیل غشای دندریت‌ها باعث تحریک نورون مقصد می‌شود (رستاک، ۱۹۹۴).

سپس این تغییر پتانسیل، به یکی از چندین پیام عصبی، که از دندریت‌ها به بدنهٔ سلول نورون پس‌سیناپسی منتقل می‌گردد، تبدیل می‌شود. حالا دندریت‌ها پیام شیمیایی را به یک پیام الکتریکی تبدیل کرده‌اند؛ بنابراین به عبارتی این چرخه کامل گشته است. از آن جایی که یک نورون می‌تواند هزاران دندریت داشته باشد و دندریت‌ها ستون‌های ریزی دارند که به طور مؤثر مقدار سطح را افزایش می‌دهند، این فرایند در هزاران نقطه

اتفاق می‌افتد. به محض این که پیام‌های الکتریکی از تمامی دندریت‌های درگیر وارد بدنهٔ سلول می‌شوند، نورون تمامی اطلاعات را با هم جمع می‌کند تا مشخص کند که آیا یک پتانسیل عمل به وجود بیاورد یا نه. این قضیه درست مثل یک عضو باوجدان کنگره است که قبل از تصمیم برای نحوهٔ رأی‌گیری، تمایلات تمامی اعضای کنگره را با هم تطبیق می‌دهد. اگر تغییر شبکه‌ای در ولتاژ به اندازهٔ کافی زیاد باشد، کانال‌های یون، نزدیک بدنهٔ سلول باز خواهند شد. اگر ولتاژ به اندازهٔ کافی زیاد نباشد، سلول یک پیام عصبی ایجاد نکرده و نورون نیز شلیک نخواهد کرد. به خاطر داشته باشید که پیام‌رسان‌های عصبی ـ چه برانگیزنده، چه بازدارنده ـ هستند که تعیین می‌کنند آیا تغییر شبکه‌ای در ولتاژ برای ایجاد یک پتانسیل عمل به اندازهٔ کافی هست یا نه (کدیک و رستاک، ۱۹۹۴ ـ تامسون، ۱۹۸۵).

در این فرایند الکتریکی شیمیایی، پیام‌رسان‌های درگیر در گیرنده‌ها مصرف نمی‌شوند.

زمانی که پیام‌رسان‌های عصبی کار خود را به اتمام می‌رسانند، به سرعت از سیناپس دور می‌شوند. این کار از سه راه می‌تواند انجام شود:

۱ـ پایانهٔ آکسون یک سلول از طریق کانال‌های ورودی مجدد، بسیاری از مولکول‌های پیام‌رسان عصبی را بازجذب می‌کند، سپس آکسون آنها را بازیافت می‌کند تا دوباره استفاده شوند.

۲ـ آنزیم‌های موجود در شکاف سیناپسی، بعضی از مولکول‌های پیام‌رسان را از بین می‌برند.

۳ـ مولکول‌های دیگری نیز از شکاف بیرون می‌روند و به عنوان مواد زاید توسط مایع مغزی فقراتی دور می‌شوند.

نکات بیشتر در مورد پیام‌رسان‌های عصبی

رستاک در کتاب خود به نام «گیرنده‌ها» توضیح می‌دهد که مهم نیست ما در چه سطحی

مغز را مطالعه می‌کنیم (مطالعهٔ رفتاری، میکروسکوپی یا مولکولی). در هر صورت پیام‌رسان‌های شیمیایی (و گیرنده‌های آنها) زیربنای تمامی این رفتارها هستند. افکار و احساسات و نیز انقباض عضلات حاصل فرایندهای شیمیایی در مغز هستند. به نظر رستاک، تمامی چیزهای ذهنی اعم از عملکردهای طبیعی و اختلالات فکری، از نظم یا اختلال در فرایندهای شیمیایی نشأت می‌گیرند (رستاک، ۱۹۹۴). آگاهی اوّلیه از طرز کار این پیام‌رسان‌های شیمیایی نه تنها برای فهم حافظه و یادگیری ضروری است بلکه برای فهم تأثیر موادّ مخدر، داروها و غذا روی مغز نیز لازم است.[۱]

انواع پیام‌رسان‌های عصبی

بدن ما اغلب از چیزهای رایج و آشنا کاربردهای جدیدی می‌سازد. این مسأله دربارهٔ پیام‌رسان‌های عصبی نیز حتماً صادق است. آمینواسیدها واحدهای ساختمانی پروتئین‌ها بوده و برای حیات ضروری هستند. به استثنای استیل کولین، تمامی پیام‌رسان‌های عصبی:

۱ـ آمینواسید هستند؛ ۲ ـ از آمینواسیدها مشتق شده‌اند (آمینه‌ها)؛ ۳ ـ از آمینواسیدها ساخته شده‌اند (پپتایدها) جدول ۱ـ۴ بعضی از نمونه‌های این سه نوع را نشان می‌دهد.

آمینواسیدها یا اسیدهای آمینه

آمینواسیدها از غذاهای پروتئینی مشتق شده و در سرتاسر مغز و بدن یافت می‌شوند.

۱. برای این که ترکیب شیمیایی در مغز پیام‌رسان عصبی قلمداد شود باید چند ویژگی داشته باشد:
۱. در نورون ساخته شود؛
۲. در نورون ذخیره شود؛
۳. در نورون به اندازهٔ کافی رها شود تا تأثیر فیزیکی به وجود آورد؛
۴. همان تأثیری را که در بافت زنده دارد در محیط آزمایش نیز نشان دهد؛
۵. وسیله‌ای برای از بین بردن تأثیر خود داشته باشد (آکرمن، ۱۹۹۲).

آنها در مغز درگیر ارتباط سریع و نقطه به نقطهٔ بین نورون‌ها هستند. از ۲۰ آمینواسید موجود، چهارتای آنها به عنوان پیام‌رسان عصبی عمل می‌کنند: گلیسین، گاما ـ آمینو بوتیریک اسید (گابا)، آسپارتات و گلوتامات.

گلیسین و گابا (که از گلیسین ساخته می‌شود) همیشه پیام‌های بازدارنده را حمل می‌کنند. مخچه، شبکیه و نخاع و نیز بسیاری از قسمت‌های دیگر مغز، همه از مدارهای گابا برای توقف پیام‌ها استفاده می‌کنند. نزدیک به یک سوم سیناپس‌های قشر مغز سیناپس‌های گابا هستند.

گلوتامات و آسپارتات همیشه پیام‌های برانگیزنده در سیناپس را حمل می‌کنند (کریک، ۱۹۹۴). مسیرهایی که این آمینواسیدهای برانگیزنده را حمل می‌کنند، در سرتاسر مغز پخش شده‌اند.

بدون آنها کارکرد مغز متوقف می‌شود. گلوتامات توسط هیپوکامپوس بسیار زیاد استفاده می‌شود و برای حافظه و یادگیری، پیام‌رسانِ مهمی است (ساپولسکی، ۱۹۹۴).

جدول ۱ـ۴

انواع پیام‌رسان‌های عصبی

آمینواسیدها	آمینه‌ها	پپتایدها
گلوتامات	اپی‌نفرین (آدرنالین)	اندورفین‌ها
گلیسین	نوراپی‌نفرین (نورآدرنالین)	مادهٔ P
آسپارتات	دوپامین	واسوپرسین
گابا (گاما آمینو بوتیریک اسید)	سروتونین	کورتیزوگلوکوکورتیکویید
	استیل کولین (واقعاً یک آمینه نیست، امّا در زمرهٔ آمینه‌ها اغلب وجود دارد.)	

آمینه‌ها

آمینه‌ها (که مونوآمینه‌ها نیز نامیده می‌شوند) از لحاظ شیمیایی آمینواسیدهایی هستند که بسیار کندتر از سایر آمینواسیدها عمل می‌کنند. آمینه‌ها به جای عمل کردن مستقیم در سیناپس، معمولاً عملکرد پیام‌رسان‌های عصبی آمینواسید را تنظیم می‌کنند و به همین دلیل تنظیم کننده‌های عصبی نامیده می‌شوند.

آنها نحوهٔ پاسخگویی نورون مقصد را به یک پیام ورودی جهت می‌دهند ـ اگرچه آن پیام را منتقل نمی‌کنند. آمینه‌ها که در ریشهٔ مغز یا دیگر ساختارهای زیرقشری تولید می‌شوند در سرتاسر مغز توسط شبکه‌ای از آکسون‌ها پخش شده‌اند ـ درست مثل یک آب‌پاش که آب را روی چمن می‌پاشد. پیام‌رسان‌های عصبی آمینه با تراکم بسیار کمتری پیدا می‌شوند ـ یک هزارم تراکم گابا و گلوتامات. ممکن است که آنها از لحاظ تراکم کمتر باشند، امّا همان طور که خواهیم دید، به لحاظ تأثیر قوی‌ای که روی بخش‌های زیادی از مغز دارند شناختن آنها بسیار مهم است. بعضی از آمینه‌ها که ارزش مطالعه دارند از این قرارند:

اپی‌نفرین:

بدن ما اغلب از ساختارها و ماده‌های یکسان با روش‌های مختلف استفاده می‌کند. مثال نخست آن اپی‌نفرین است که آدرنالین نیز نامیده می‌شود و به عنوان یک هورمون و پیام‌رسان عصبی عمل می‌کند. (هورمون‌ها موادّی شیمیایی ـ پپتایدها یا پروتئین‌ها ـ هستند که در بخشی از بدن تولید می‌شوند و وقتی رها می‌شوند به بخش دیگری از بدن می‌گویند که چه کار کند؛ به عبارت دیگر، آنها با فاصله از محلّ تولید خود کار می‌کنند). اپی‌نفرین به عنوان یک هورمون در غده‌های آدرنالین در روی کلیه‌ها تولید می‌شود. اپی‌نفرین در پاسخ استرس که پاسخ جنگ یا فرار نیز نامیده می‌شود، شرکت دارد. وقتی این سیستم فعال می‌شود، اپی‌نفرین شروع به بالابردن ضربان قلب، انقباض رگ‌های خونی، شل کردن لوله‌های شش‌ها می‌کند و به طور کل، بدن را در یک حالت آماده‌باش

قرار می‌دهد. دانشمندان اپی‌نفرین را در مغز نیز یافته‌اند که عمل پیام‌رسانی عصبی را انجام می‌دهد. در این مورد، اپی‌نفرین با فاصله از محل تولید خود عمل نمی‌کند بلکه بسیار نزدیک به محلّ تولیدش عمل می‌کند. ساختار و عملکرد آن بسیار شبیه به نور اپی‌نفرین است که الآن به آن می‌پردازیم.

نور اپی‌نفرین:

نور اپی‌نفرین که به نورآدرنالین نیز موسوم است پیام‌رسان عصبی اوّلیه برای مکانیسم برانگیختگی جنگ یا فرار است و مسؤول گشاد کردن مردمک چشم، تقویت و تسریع ضربان قلب و جلوگیری از فرایند هضم غذاست. همچنین، غده‌های آدرنالین را تحریک می‌کند که اپی‌نفرین بیشتر و کبد را تحریک می‌کند تا گلوکز بیشتر تولید کنند و انرژی در اختیار عضلات قرار دهند.

نور اپی‌نفرین ترکیب شیمیایی و عملکردی مشابه اپی‌نفرین دارد و مثل اپی‌نفرین بیشتر از یک کار را در بدن و مغز انجام می‌دهد. نور اپی‌نفرین در ساختاری کوچک در ریشهٔ مغز (لوکوس کورولوس) ساخته می‌شود، امّا مسیرهایی دارد که به هیپوتالاموس، مخچه و حتی به قشر جلویی کشیده می‌شوند. این امتداد مسیرها، نور اپی‌نفرین را قادر می‌سازد تا سطح فعالیت کلّی و حالتی مانند افزایش سطح هوشیاری را کنترل کند. بعضی مطالعات اوّلیه به رابطهٔ افسردگی و نور اپی‌نفرین پرداخته‌اند. اگرچه محققان هیچ چیز قطعی در این مورد پیدا نکرده‌اند، امّا به نظر اکثریت می‌توان افسردگی را با دو نوع از داروها برطرف کرد؛ یکی، دارویی است که جلوی آنزیمی را که نور اپی‌نفرین در شکاف سیناپسی به طور طبیعی تجزیه می‌کند، می‌گیرد و دیگر، دارویی که جذب آن را آهسته می‌کند (آکرمن، ۱۹۹۲).

دوپامین:

دوپامین یک پیام‌رسان عصبی است که در عملکرد مغز چندین نقش بازی می‌کند؛ امّا دو

کار اصلی آن، کنترل فعالیت حرکتی خودآگاه و تقویت احساسات خوشایند در سیستم پاداش مغز است. این ماده از لحاظ شیمیایی شبیه به نور اپی‌نفرین است و در چند قسمت از مغز ساخته می‌شود. دوپامین نیز مانند بیشتر آمینه‌های دیگر از طریق مسیرهای فراگیر به قسمت‌های دیگر مغز منتقل می‌شود. مسیرهای دوپامین به لب‌های جلویی و نیز هیپوتالاموس منتهی می‌شوند. لرزش‌های حرکتی و دیگر اثرات بیماری پارکینسون زمانی به وجود می‌آیند که گروهی از سلول‌ها در ریشهٔ مغز (سابستن شیانیگرا) نمی‌توانند دوپامین کافی عملکرد حرکتی مؤثر تولید کنند. محلّ دیگری که دوپامین در آن تولید می‌شود خوشه‌ای از سلول‌ها در عمق مرکز مغز است که منطقهٔ «ونترال تگمنتال» نامیده می‌شوند. این منطقه معروف است به محلّ واسطه برای رفتار مادری و نیز اعتیاد. در قسمت‌های بعدی این فصل خواهیم دید که چه طور دوپامین و دیگر پیام‌رسان‌های عصبی با سیستم پاداش و اعتیاد به موادّ مخدر مرتبط هستند.

سروتونین:

سروتونین برای افراد عامی یکی از معروفترین پیام‌رسان‌های عصبی است و به پیام‌رسان «حال خوش» موسوم است. در واقع سروتونین نیز مانند دوپامین و نور اپی‌نفرین تقویت‌کنندهٔ احساسات است. امّا به نظر می‌رسد سروتونین برعکس آمینه‌های دیگر احساسات را به جای تحریک مغز با آرام کردن مغز متأثر می‌کند. بدنامی سروتونین حاصل رابطهٔ آن با افسردگی است که میلیون‌ها انسان را آزار می‌دهد. داروهای ضدافسردگی مانند پروزاک Prozac، زولوفت Zoloft و پاکسیل Paxil با جلوگیری از جذب دوبارهٔ سروتونین در سیناپس و بنابراین افزایش تأثیر آن کار می‌کنند. سروتونین همچنین درگیر کارهایی مثل حافظه، کنترل اشتها و تنظیم دمای بدن نیز است.

سروتونین مانند آمینه‌های دوپامین و نور اپی‌نفرین در بخش‌های مختلف مغز و نیز دیوارهٔ روده و رگ‌های خونی ساخته می‌شود. یکی از تولیدکنندگان اصلی این پیام‌رسان ساختاری در ریشهٔ مغز به نام «هستهٔ راف» است. مسیرهای هستهٔ راف به ساختارهای

مختلفی از قبیل هیپوتالاموس، قشر مغز و هیپوکامپوس منتهی می‌شوند. پس این تعجب‌آمیز است که بدانیم سروتونین در بیماری‌هایی نظیر اضطراب، وسواس، شیزوفرنی، سکته، چاقی، میگرن و تهوع نقش دارد (در ضمن سروتونین در درمان این بیماری‌ها نیز استفاده می‌شود) (بورن، ۱۹۹۴).

استیل کولین:

استیل کولین تنها پیام‌رسان عصبی اصلی است که مستقیماً از یک آمینواسید مشتق نمی‌شود. کارکرد آن معمولاً برانگیزنده است، امّا می‌تواند همان‌طور که در آزمایش لووی ضربان قلب را کند کرد، به عنوان بازدارنده نیز عمل کند. استیل کولین حرکات تصادفی چشم در خواب (مرحله‌ای در خواب که عمیق‌ترین رؤیاها در آن اتفاق می‌افتد) را تقویت می‌کند و مشخص شده است که در مدارهای حافظهٔ ما نیز نقش دارد (هابسون، ۱۹۸۹). عدم تولید این پیام‌رسان در افرادی که مبتلا به بیماری آلزایمر هستند، توضیحی است برای این که چرا یکی از تبعات بیماری آلزایمر از دست دادن حافظه است (رستاک، ۱۹۹۴). استیل کولین نیز مانند پیام‌رسان‌های آمینه در ساختارهای زیرقشری درست بالای ریشهٔ مغز تولید می‌شود، امّا در سیناپس‌های زیادی در مغز به کار گرفته می‌شود. سلول‌های قشر حرکتی و نورون‌های سیستم عصبی سمپاتیک هر دو از استیل کولین برای حرکت تمامی ماهیچه‌های ارادی و غیرارادی استفاده می‌کنند.

پپتایدها:

حالا ما می‌خواهیم به گروه کاملاً متفاوتی از پیام‌رسان‌های عصبی که کاملاً متفاوت از آمین‌ها ساخته می‌شوند و نقش کمی متفاوت در سیناپس را بازی می‌کنند، نگاهی داشته باشیم.

پپتایدها یا محصولات هضمی هستند یا هورمون. آنهایی که مربوط به بحث ما هستند؛ یعنی، هورمون‌های پپتاید از آمینواسیدهایی ترکیب شده‌اند که به هم متصل

هستند تا یک زنجیر بسازند. بعضی از این زنجیرها به طول پنج آمینواسید هستند در صورتی که بقیه تا ۳۹ آمینواسید دارند. آنها نیز مانند هورمون‌های دیگر توسط جریان خون از یک بخش از بدن به بخش دیگر منتقل می‌شوند.

برای مثال، یک پپتاید به نام «آنژیوتنسین» (Angiotensin) کار ایجاد تشنگی را انجام می‌دهد. وقتی بدن کم‌آب می‌شود، آنژیوتنسین در جریان خون رها می‌شود و با گیرنده‌ای در کلیه یکی می‌شود و باعث می‌شود تا کلیه آب ذخیره کند.

پپتایدهای زیادی هستند که نه تنها در بدن بلکه در مغز عمل می‌کنند و به همین دلیل آنها را پپتایدهای عصبی می‌نامند. بیایید به مثال اوّل در مورد آنژیوتنسین برگردیم. آنژیوتنسین که به عنوان هورمون عمل می‌کند باعث می‌شود تا بافت‌های بدن آب را ذخیره کنند، امّا ذخیرهٔ آب کافی نیست؛ بنابراین، آنژیوتنسین به طور مؤثری مانند یک پیام‌رسان روی مغز در سیناپس‌های خاصی عمل می‌کند تا احساس تشنگی را به وجود آورد. حیوانی که به آن آنژیوتنسین تزریق شده است با وجود سیراب بودن بارها و بارها آب می‌نوشد (مویرز، ۱۹۹۳). دوباره دیدیم که چگونه بدن از یک ماده به طور مؤثر برای منظورهای دیگر نیز استفاده می‌کند. در اواخر دهۀ ۷۰ و ۸۰ قرن بیستم محققان بیش از ۵۰ پپتاید یافتند (بعضی محققان تعداد آنها را تا ۱۰۰ عدد تخمین می‌زنند) که فعالیت‌های دوگانه‌ای را در بدن و مغز انجام می‌دهند (گرگوری، ۱۹۸۷). هورمون‌های پپتاید به طور عمده عملکردی تنظیم کننده دارند؛ یعنی به جای این که خودشان بازدارنده یا برانگیزنده باشند، این اعمال را در پیام‌رسان‌های دیگر تسهیل می‌کنند. ممکن است یک نورون یک یا چند پپتاید تنظیم‌کننده را به همراه چندین پیام‌رسان عصبی استفاده کند (رستاک، ۱۹۹۴).

پپتایدهای عصبی اوّلین بار در سال ۱۹۷۵ توسط دو محقق اعتیاد به موادّ مخدر به نام‌های **جان هاگز** و **هانس کاسترلیتز** در اسکاتلند کشف شدند. آنها به دنبال یک مادهٔ شیمیایی تولید شده در بدن بودند که با سلول‌های گیرندهٔ مخدر موجود جفت شوند. این حقیقت که بدن گیرنده‌هایی برای موادّ مخدر دارد چند سال پیش از آن توسط

سولومون اسنایدر و کانداس پرت در دانشگاه جان هاپکینز کشف شده بود. کشف هاگز و کاسترلیتز ماده‌ای طبیعی بود که در جلوگیری از درد و ایجاد نشئگی (شادمانی موقت) خیلی شبیه به مورفین عمل می‌کرد. آنها اسم این ماده را «انکفالین»، که در زبان یونانی به معنای «در سر» است، نامیدند. انکفالین‌ها در روده‌ها نیز عمل تنظیم حرکت غذا در مسیر هضم غذا را انجام می‌دهند (پرت، ۱۹۹۷).

اندورفین‌ها:

پپتایدهای عصبی درونی بیشتری بعد از انکفالین‌ها مشخص گردیده و همگی تحت عنوان کلی اندورفین‌ها کنار هم جمع شده‌اند. اگر ما در مغز، یک محل گیرنده برای ماده‌ای طبیعی که درد را می‌کشد و نشئگی می‌آورد نداشتیم، دیگر مورفین اثر آرام‌بخش، نشئگی‌آور و مسکّن نداشت. (تا آن جا که ما می‌دانیم) مغز محل‌های گیرنده‌ای برای گیاهان مخدر ندارد، امّا مغز انسان مانند مغز دیگر مهره‌داران برتر محل‌های گیرنده‌ای برای مخدرهای خود دارد و مورفین ـ که این مادهٔ طبیعی را تقلید می‌کند ـ وارد این محل‌ها می‌شود.

چرا باید مغز گیرنده‌های مخدر داشته باشد؟ منظور از داشتن یک مرکز پاداش در مغز چیست؟ باید ارزشی برای بقا وجود داشته باشد، در غیر این صورت، گیرنده‌های مخدر (که در نخاع، ریشهٔ مغز، منطقهٔ ونترال تگمنتال و آکومبان‌های هسته) در طول سالیان تکامل انسان‌ها از بین می‌رفتند (آکرمن، ۱۹۹۲). بسیاری از دانشمندان معتقدند که پاسخ در یک مسیر پاداش یا لذت وجود دارد؛ یعنی، شبکه‌ای عصبی در وسط مغز که در پاسخ به رفتارهای خاصی نظیر رفع تشنگی و گرسنگی، رابطهٔ جنسی و فرار از یک موقعیت خطرناک، احساس خوبی به وجود می‌آورد؛ به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که مغز پیام‌رسان‌هایی از نوع مخدّر تولید می‌کند تا رفتارهایی را تقویت بخشد که برای بقای افراد و انواع جانداران ضروری است.

حالا کم‌کم یکی از نقش‌های تقویتی آنها روی مسیر پاداش برای ما معلوم می‌شود. در

فعالیت‌هایی نظیر تمرین طولانی و مداوم مثل دویدن در ماراتن یا فرار کردن از چنگال یک ببر تیز دندان، سطح اندورفین مغز بالا می‌رود. یکی از انواع اندورفین، بتا اندورفین، نیز به هنگام تولد نوزاد به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (فاجاردو، ۱۹۹۴). اگر سطح درد کم نمی‌شد، احتمال داشتن فرزند دوم قطعاً کاهش می‌یافت. برخوردهای مثبت اجتماعی، طنز و موسیقی نیز در افزایش مقدار این گروه از پپتایدهای عصبی مخدّر بی‌اثر نیستند (لوینتال، ۱۹۸۸). پس مشخص می‌شود که آن فعالیت‌هایی که احتمال بقا را افزایش می‌دهند، از لحاظ شیمیایی در مغز تقویت می‌شوند.

پپتایدهای عصبی دیگر:

بسیاری از پپتایدهای عصبی دیگر نیز هستند که به اندازهٔ انکفالین‌ها و اندورفین‌ها شناخته شده نیستند. مادهٔ P یکی از پپتایدهای عصبی است که در نورون‌های حسّی موجود است. وقتی این نورون‌ها تحریک می‌شوند، پیامی به قسمت‌های بالایی مغز (آنهایی که مربوط به احساس درد و پاسخ به احساس درد هستند) می‌فرستد که تحریک دردناک اتفاق افتاده است. احتمالاً شما تأثیرات این پپتاید عصبی را تجربه کرده‌اید؛ چون، مادهٔ P در مغز دندان وجود دارد. این باور وجود دارد که اندورفین‌ها جلوی عمل مادهٔ P را می‌گیرند و احساس درد را کم می‌کنند. یک پپتاید دیگر به نام «واسوپرسین» حرکت درون روده‌ها را تنظیم می‌کند امّا به عنوان یک پیام‌رسان نیز عمل می‌کند. کورتیزون که در بخش مربوط به عواطف و یادگیری در مورد آن صحبت خواهیم کرد نیز یک پپتاید عصبی دیگر است با تأثیراتی قوی روی مغز و بدن.

رابطهٔ ذهن و بدن

ممکن است شما متوجه شده باشید که بسیاری از مولکول‌های پپتاید به طور مشترک هم در مغز و هم در روده و معده وجود دارند. **ریچارد رستاک** در کتاب خودش می‌نویسد، «احساسات پنهان ما چیزی بیشتر از استعاره‌های صرف هستند ...... ذهن و بدن، مغز و

ذهن و بدن با ظرافت خاصی به وسیلهٔ این موادّ شیمیایی با هم مرتبط هستند.» (رستاک، ۱۹۹۴، صفحهٔ ۲۰۶). خانم **کانداس پرت** در کتابش به نام «مولکول‌های احساسات» عقیده دارد که چون بیشتر پپتایدهای عصبی قدرت دارند تا حالت ما را عوض کنند، ممکن است ما نیز این ظرفیت را داشته باشیم تا بدون استفاده از داروها، فیزیولوژی خودمان را تغییر دهیم. او مطلب خود را این گونه بیان می‌کند:

وظیفهٔ پپتایدها بافتن سیستم‌ها و اعضای بدن به شکل یک شبکه است که به تمامی تغییرات محیطی درونی و بیرونی پاسخ‌های ظریف، پیچیده و بسیار هماهنگ می‌دهد. پپتایدها مانند برگه‌های موسیقی حاوی نت‌ها، عبارت‌ها و ریتم‌هایی هستند که اجازه می‌دهند تا ارکستر بدن ما مانند یک پدیدهٔ کامل هنرنمایی کند (پرت، ۱۹۹۷، صفحهٔ ۱۴۸).

ما می‌دانیم این طور نیست که مغز در سر نشسته باشد و از بقیهٔ بدن جدا باشد. این دو با ظرافت خاصی از راه‌های زیادی ارتباط دارند. پیام‌رسان‌های عصبی که به نورون‌ها امکان ارتباط را می‌دهند، از آمینواسیدهایی ساخته شده‌اند که از غذای مصرفی ما گرفته می‌شوند. ما می‌دانیم که می‌توانیم با اضطراب و نگرانی، خود را از لحاظ جسمی نیز بیمار کنیم. سال‌هاست که بیماری‌های روانی جسمی (که در آنها یک اختلال عصبی به شکل نشانه‌های بیماری جسمی ظهور می‌کند) به اثبات رسیده‌اند. پزشکی تکمیلی یا جایگزین نیز کم‌کم اعتبار و مقبولیت می‌یابد.

در فصل‌های بعد علت آن را می‌خوانیم و می‌بینیم که خواب، ورزش، اضطراب و طرز فکر چگونه روی توانایی مغز برای پردازش اطلاعات تأثیر می‌گذارند. ما تازه در حال فهمیدن رابطهٔ ذهن و بدن هستیم. این زمینهٔ جدید تحقیق چه اشاراتی ممکن است برای آموزش و یادگیری داشته باشند؟

شناخت اعتیاد

یک مادهٔ شیمیایی که در مغز ساخته می‌شود، پیام‌رسان عصبی نام دارد. ماده‌ای که در آزمایشگاه ساخته می‌شود دارو نام دارد. پیام‌رسان‌های عصبی و داروها اغلب ترکیب

مولکولی مشابهی دارند. ما دیده‌ایم که دارویی مثل مورفین چگونه قادر است تا به وسیلهٔ تقلید (یا چفت شدن در محل‌های گیرنده) از یک شاخه از موادّ شیمیایی مغز مثل اندورفین‌ها درد یا لذت را تنظیم کند. آیا این مسأله برای داروهای دیگر به ویژه آنهایی که مانند کوکائین، آمفتامین و هروئین پیوسته برای اهداف تفریحی استفاده می‌شوند، نیز صادق است. اساساً جواب مثبت است، امّا بسته به نوع دارویی که در موردش بحث می‌کنیم چندین تفاوت وجود دارد. بیشتر داروها یا با چفت شدن در قسمت گیرندهٔ یک پیام‌رسان طبیعی یا با تنظیم تأثیرات پیام‌رسان‌ها عمل می‌کنند.

پیشتر، هنگام بحث روی اثرات اندورفین‌ها در مغز، این گونه مطرح کردیم که بسیاری از دانشمندان باور دارند که یک مسیر لذت یا پاداش در مغز قرار دارد. حالا وقت آن است که به این مدار نگاه نزدیکتری داشته باشیم. دو ساختار هستند که با سیستم پاداش مغز بسیار درگیر هستند. منطقهٔ ونترال تگمنتال که اگر به خاطر داشته باشید گروهی از سلول‌های تولیدکنندهٔ دوپامین در عمق مرکز مغز است. نورون‌های دوپامین در منطقهٔ ونترال تگمنتال به وسیلهٔ پلی رشته‌ای به ساختار دوم مغز، آکومبان‌های هسته، متصل می‌شوند که واسطهٔ پاسخ لذت است (گروهی از دانشمندان عقیده دارند که در آخر تمامی لذت به دوپامین می‌رسد. در واقع مشخص شده است که این پیام‌رسان عصبی به بسیاری از گیرنده‌های مرکز احساسات مغز می‌چسبد). وقتی یک مادهٔ مخدّر مثل کوکائین، آمفتامین، مورفین یا هروئین به مغز می‌رسد، جلوی جذب مجدد دوپامین را در منطقهٔ ونترال تگمنتال می‌گیرد و باعث می‌شود تا دوپامین بیشتری در سیناپس باقی بماند. ازدیاد دوپامین آکومبان‌های هسته را بیشتر تحریک می‌کند و یک پاسخ لذت تولید می‌کند. فرد مصرف‌کننده می‌تواند این احساس لذت را با استفادهٔ بیشتر از مادهٔ مخدّر طولانی‌تر کند (رستاک، ۱۹۹۴).

وقتی موش‌ها به دستگاه بسته می‌شوند که در صورت فشار دادن یک اهرم، کوکائین یا آمفتامین را مستقیماً به منطقهٔ ونترال تگمنتال می‌رساند، موش‌ها اهرم را تقریباً پشت سر هم فشار می‌دهند و توجهی به غذا و آب ندارند و تمامی فعالیت‌های طبیعی خود را

متوقف می‌کنند.

این مسأله برای موادّ مخدّری چون هروئین و مورفین نیز درست است (هروئین یکی از مشتقات مورفین است). رفتار انسان‌ها نیز تفاوت چندانی با موش‌ها ندارد. تقریباً تمامی موادی که مورد سوءاستفادهٔ انسان قرار می‌گیرند از جمله مواد مخدر، آمفتامین، کوکائین، الکل و نیکوتین باعث افزایش مقدار دوپامین در آکومبان‌های هسته می‌شوند. کوکائین مستقیماً روی مراکز لذت عمل می‌کند و به فرد مصرف کننده حسّ بالا رفتن می‌دهد و به همین دلیل است که کوکائین بیشترین مقدار مصرف را در میان معتادان دارد (رستاک، ۱۹۹۴). جدول ۲ـ۴ فهرستی از برخی داروهای رایج و اثرات آنها در سیناپس را نشان می‌دهد.

یک دارو فقط به دلیل این که یکی از پیام‌رسان‌های مغز را تقلید می‌کند، به ضرورت همان تأثیر را ندارد. مغز معمولاً فقط مقدار پیام‌رسان آزاد شده در سیناپس، مدتی که

جدول ۲ـ۴

داروها و محلّ عکس‌العمل آنها

دارو	محلّ عکس‌العمل آن
الکل	الکل به همراه بار بیتوات‌ها آزاد شدن گابا را کاهش می‌دهد.
کوکائین و آمفتامین	این داروها کانال‌های جذب مجدد دوپامین و نور اپی‌نفرین را می‌بندند.
هروئین و مورفین	مورفین و هروئین (یکی از مشتقات مورفین) اندورفین‌های طبیعی را تقلید می‌کنند.
نیکوتین	نیکوتین گیرنده‌های روی سلول‌های هیپوکامپوسی که معمولاً به استیل کولین پاسخ می‌دهند را فعال می‌کنند.
پروزاک (پاکسیل، زولوفت)	این داروهای ضدّافسردگی کانال‌های جذب مجدد سروتونین را می‌بندند.

باید آن جا بماند و زمان از بین بردن آن را کنترل می‌کند. امّا داروها این عملکرد طبیعی را از بین می‌برند و تمامی سیناپس‌ها را لبریز می‌کنند و اغلب تأثیراتی کاملاً متفاوت از پیام‌رسان‌هایی را که تقلید می‌کنند به وجود می‌آورند. حتی اگر دارو چیزی باشد که برای درمان یک بیماری تجویز شده است، تنظیم مقدار مصرف آن بسیار مشکل است. اِل دوپا (که ساخت دوپامین را تقویت می‌کند) معمولاً برای از بین بردن برخی اثرات بیماری پارکینسون تجویز می‌شود. کافی است این دارو کم مصرف شود، آن وقت بیماری باقی می‌ماند و اگر دارو زیاد مصرف شود ویژگی‌هایی از بیماری شیزوفرنی مانند توهّم و بدگمانی نمودار خواهد شد.

چرا مردم داروهای غیر قانونی استفاده می‌کنند؟ دلایل آن متفاوت است. امّا در برخی موارد ممکن است استفاده از دارو نتیجهٔ اختلال در توازن شیمیایی مغز باشد. مطالعات دانشکدهٔ علوم پزشکی «هاروارد» تعیین کرد که بعضی از موارد افسردگی حاصل مقدار پایین دوپامین در مغز است. افراد مبتلا اغلب از علت افسردگی خود اطلاعی ندارند و فقط می‌دانند که کوکائین یا آمفتامین احساس بهتری به آنان می‌دهد. برای دیگران ممکن است خطر اعتیاد به موادّ مخدر به دلیل دوپامین بالاتر از مقدار طبیعی به وجود آمده باشد. برای این افراد کوکائین احساس بالا رفتن را در آنها به وجود می‌آورد (رستاک، ۱۹۹۴).

ممکن است به نظر برسد که بحث در مورد اعتیاد ربط زیادی به یک آموزگار معمولی نداشته باشد. وقتی در نظر بگیریم که مسیر پاداش در مغز برای منظور خوبی طراحی شده است و منابع طبیعی پاداش (احساس دوست داشته شدن، موفق، مفید یا جذاب بودن) اغلب در زندگی دانش‌آموزان حضور ندارد، کم‌کم می‌فهمیم چرا آنها به سمت موادی کشیده می‌شوند که لذت را افزایش می‌دهد. می‌توان یک محیط مؤثر کلاسی را این‌گونه تعریف کرد که به دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا به طور طبیعی اندورفین، دوپامین، نور اپی‌نفرین یا سروتونین را در مغز زیاد کنند و نیز تجربهٔ آموزشی آنان را لذتبخش‌تر و در خور پاداش می‌کند.

تمرین

۱ ـ ببینید آیا می‌توانید برای کسی که این فصل را مطالعه نکرده است با کلمات خودتان توضیح دهید که چرا پردازش اطلاعات در مغز هم الکتریکی و هم شیمیایی است؟

۲ ـ کتاب را ببندید و تصویری از سیناپس بین دو نورون بکشید و قسمت‌های «نورون پیش‌سیناپسی، نورون پس‌سیناپسی، شکاف سیناپسی، کیسه‌ها، مولکول‌های یک پیام‌رسان و گیرنده‌ها» را روی آن مشخص کنید. کتاب را باز کنید و ببینید که تصویر را درست کشیده‌اید. (توانایی هنری شما ملاک نیست.)

۳ ـ درسی طراحی کنید تا به دانش‌آموزانتان در مورد پایه و اساس شیمیایی اعتیاد مطالبی بیاموزید.

۴ ـ اگر کتاب را به عنوان بخشی از مطالعهٔ گروهی می‌خوانید، روی این موضوع بحث کنید که چگونه اطلاعات این فصل با محیط کلاسی و آنچه که آموزگاران می‌توانند جهت کاهش احتمال مصرف داروهای غیرقانونی توسط دانش‌آموزان انجام دهند، مرتبط است.

بخش دوم

از داده‌های حسّی تا ذخیرهٔ اطلاعات

ما می‌توانیم مغز را از دیدگاه‌های مختلف زیادی بررسی کنیم. در بخش یک، نگاهی به کالبدشناسی (ساختار) و فیزیولوژی (عملکرد) مغز داشتیم. باوجود این که شناخت بخش‌های مغز و نحوهٔ عملکرد آنها مهم است، امّا به ما نمی‌گوید این بخش‌ها چگونه با هم کار می‌کنند تا ما را قادر سازند که اطلاعات را دریافت کنیم، آنچه که بی‌ربط است را از ذهن بیرون کنیم یا اطلاعاتی که دیده‌ایم، شنیده‌ایم یا اندیشیده‌ایم را ذخیره و یادآوری کنیم. مغز چگونه می‌تواند ویژگی‌های مبهمی که ما آن را ذهن و حافظه می‌نامیم خلق کند؟ مطالعهٔ مغز از راه تحلیل کالبدشناسی آن زمینهٔ مطالعاتی جالب امّا محدود است. برای شناخت بیشتر خود از مغز به راه دیگری برای مطالعهٔ مغز نیاز داریم.

بخش دوم از دیدگاه یک الگوی پردازش اطلاعات به مغز نگاه می‌کند. این الگو با کمک به شناخت ما از نقش‌هایی که ساختارهای خاصّ مغزی در عمل پیچیدهٔ دریافت، پردازش، ذخیره و بازخوانی اطلاعات بازی می‌کنند، به دانش ما می‌افزاید. اکنون بحث اشارات و کاربردهای کلاسی از تحقیقات را آغاز می‌کنیم. بعضی از مبنای نظری و تحقیقات این بخش، از زمینه‌های روان‌شناسی و تحقیقات آموزشی آمده است نه از علم

اعصاب. اگرچه بیشتر این تحقیق جدید نیست، امّا اگر از منظر عصب‌شناسی به آن نگاه شود معانی جدیدی خواهد یافت؛ برای مثال، مفهوم «انتقال» تاریخ تحقیقاتی طولانی‌ای دارد. بسیاری از مطالعات کلاسی تأثیر دانش اوّلیه ـ انتقال مثبت یا منفی ـ روی یادگیری جدید را اثبات کرده‌اند.

وقتی ما زیربنای عصب‌شناختی این مفهوم را مطالعه می‌کنیم، درک ما از این مفهوم افزایش می‌یابد.

اطلاعات در بخش خاصی از مغز ذخیره نمی‌شود بلکه در بخش‌های ویژه‌ای ـ دیداری، شنیداری و قشرهای حرکتی ـ ذخیره و در مدارها یا شبکه‌های نورونی به هم متصل می‌شوند. وقتی ما چیز جدیدی را تجربه می‌کنیم، مغز به دنبال شبکه‌ای موجود می‌گردد که اطلاعات جدید با آن مطابقت کند.

اگر این تطابق خوب باشد، آنچه که قبلاً یاد گرفته و ذخیره شده است به اطلاعات جدید معنا می‌دهد و ما انتقال مثبت خواهیم داشت و اگر اطلاعات جدید از برخی جهات شباهت داشته باشد امّا تطابق کاملی نداشته باشند، ممکن است انتقال منفی به وجود آید. اگر این مفهوم، چه توسط یک محقق آموزشی و چه توسط یک عصب شناس، بیان شود معنای یکسانی خواهد داشت؛ امّا من به عنوان یک معلم نه تنها می‌دانم پدیده‌ای به نام انتقال مثبت و منفی وجود دارد و اتفاق می‌افتد، بلکه فهم بهتری از دلیل وجود آن دارم. این اطلاعات اضافی پایهٔ دانشی من را افزایش می‌دهد و من را قادر می‌سازد تا به شاگردانم، والدینشان و حتی شاید قانونگذاران بگویم که چرا فعالیت‌ها و روش‌های خاصی در بالا بردن فهم دانش‌آموز از مفاهیمی که من درس می‌دهم، مؤثرتر هستند.

فصل پنجم

حافظهٔ حسّی: آوردن اطلاعات به مغز

حافظه چیست و چه ارتباطی با فرایند یادگیری دارد؟ همهٔ ما حافظه را یک پدیده می‌بینیم و در این مورد صحبت می‌کنیم که حافظهٔ ما چه قدر ضعیف است یا حافظهٔ دیگری چه قدر خوب است. در آموزش، حفظ کردن اطلاعات تمرینی ضعیف به حساب می‌آید. اگر حافظه را از این دید نگاه کنیم، آنگاه به نظر می‌رسد که حافظه واقعاً برای شروع نحوهٔ پردازش اطلاعات توسط مغز موضوع کوچکی است. با این وجود، اگر فکر کنیم که زندگی بدون حافظه چه شکلی دارد آنگاه درک ما تا حدودی فرق خواهد کرد. کسانی که حافظهٔ خود را از دست داده‌اند، در اصل، بیشتر چیزی را که به هویت آنان شکل می‌دهد، از دست داده‌اند. آنچه که ما را بی‌نظیر می‌کند و بالاتر از آن، این که تعیین می‌کند ما چه کسی خواهیم شد، توانایی ما برای کسب و ذخیرهٔ اطلاعات جدید است. مفاهیم، نظرات و احساسات جدید و در نهایت رفتار ما، حاصل این توانایی ماست. حافظه چیزی است که ما را قادر می‌سازد تا از طریق تجربه مطلب بیاموزیم.

در حقیقت، حافظه برای بقا ضروری است. ما انسان‌ها بدون قدرت یادگیری، ذخیره

و یادآوری این که چگونه باید به خطرهای محیط جواب دهیم، کجا باید بدویم یا بجنگیم و حتی چگونه بدویم یا بجنگیم، شانس کمی برای زنده ماندن داریم. حالا که مسأله این گونه روشن شد، شناخت حافظه برای ما به عنوان والدین و آموزگاران به گونه‌ای حیاتی اهمیت می‌یابد. از لحاظ ظاهر، تفاوت کمی بین حافظه و یادگیری وجود دارد و این دو آن چنان با ظرافت به هم مرتبط هستند که مطالعهٔ یکی مطالعهٔ دیگری نیز خواهد شد.

استعاراتی برای حافظه

حافظهٔ انسان نادیدنی و نامحسوس است و ما باید آن را یک فرایند در نظر بگیریم نه یک پدیده. انسان در تلاشی که برای توضیح حافظه داشته، آن را از دیدگاه تاریخی با عبارات استعاری توضیح داده است. در گذر زمان سه استعارهٔ اصلی برای حافظه به وجود آمده است. یک دیدگاه، حافظه را یک عضلهٔ فکری می‌داند که هرچه بیشتر از آن استفاده کنید، قویتر خواهد شد. بر طبق این دیدگاه، ساعت‌هایی که شما صرف حفظ کردن اشعار، تاریخ جنگ‌ها و عبارات لاتین می‌کنید، ذهن شما قوی می‌شود و مغز را در یادآوری هر نوع دیگری از مطالب تواناتر می‌کند. این مطلب به ضرورت درست نیست؛ در حقیقت، حفظ کردن زیاد مطالب ممکن است حتی توانایی حفظ کردن مطالب اضافی را کاهش دهد (آندروود، ۱۹۶۸).

استعاره‌ای دیگر برای حافظه در نوشته‌های افلاطون پیدا می‌شود که مغز را به لوحی تشبیه کرده است که نقش روی آن حک می‌شود. در این دیدگاه، تمرین تجارب یا اطلاعات این نقش‌ها را قویتر یا عمیق‌تر می‌کند و به اطلاعاتی منجر می‌شود که راحت‌تر به یاد آورده می‌شود. اگر چه به نظر می‌رسد که این استعاره با بسیاری از تجارب ما (حفظ کردن جدول ضرب) تطابق داشته باشد، امّا توضیح نمی‌دهد که چرا ما از وقایع عاطفی که فقط یک بار آنها را تجربه کرده‌ایم یادآوری روشنی داریم، یا چرا وقتی تمامی موارد یک فهرست را به طور یکسان تمرین و حفظ می‌کنیم، موارد اوّل و آخر را سریعتر از موارد وسط به یاد می‌آوریم. این جا روشن می‌شود که دلایل یادآوری یا فراموشی

پیچیده‌تر از تکرار تجارب هستند.

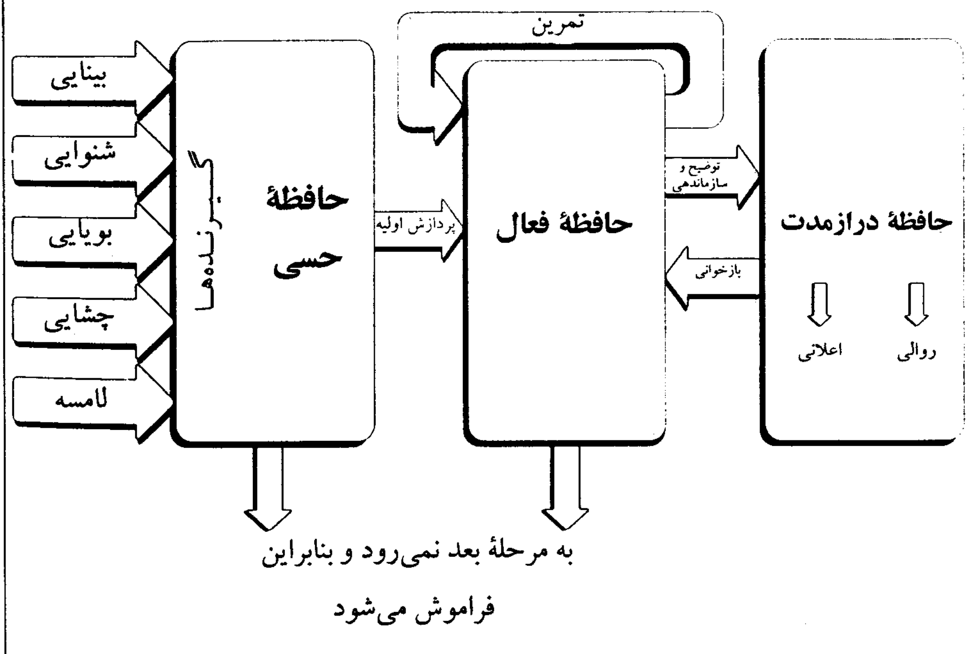
دانیل سیگل استاد دانشگاه کالیفرنیا، لوس‌آنجلس و نویسندهٔ کتاب «مغز در حال پیشرفت» از افرادی می‌خواهد تا برج ایفل را در «چشم ذهنشان» تصور کنند. او می‌گوید که صدایش امواجی صوتی به وجود می‌آورند که پردهٔ صماخ را در گوش شنونده می‌لرزاند. این امواج صوتی توسط اندام کورتی به پیام‌هایی الکتریکی تبدیل می‌شوند و برای رمزگشایی به لُب‌های گیجگاهی ارسال می‌شوند. بعد این اطلاعات جهت پردازش تصویری به لب‌های جلویی فرستاده می‌شوند. اطلاعات ورودی از این دو بخش از بدن با هم یکی می‌شوند و شنونده را قادر می‌سازند تا برج ایفل را به یاد آورد. سیگل معتقد است که شنونده، شبکهٔ عصبیی را که قبلاً با دیدن برج ایفل یا عکسی از آن به وجود آمده است، دوباره فعال می‌کند (سیگل، ۲۰۰۰).

در سال ۱۹۴۹ **دونالد هب**، یک روان‌شناس تصویری، نظریه‌ای مشابه در کتابش به نام «سازماندهی رفتار» ارائه کرد. به نظر او نورون‌هایی که همزمان با هم شلیک می‌کنند، احتمال بیشتری برای شلیک همزمان در آینده دارند (گرین فیلد، ۱۹۹۷). سیگل آنچه راکه قانون هب نامیده می‌شود با رنگ و لعاب بیشتری این گونه بیان می‌کند: نورون‌هایی که همزمان شلیک می‌کنند، با هم زنده می‌مانند و همزمان با هم کار می‌کنند (سیگل، ۲۰۰۰). بسیاری از عصب‌شناسان معتقدند که این مسأله، به احتمال، اساس فیزیولوژیکی حافظه است: تجربه طرز ساخت ارتباطات سیناپسی را تغییر می‌دهد و احتمال شلیک را در یک همکاری قابل پیش‌بینی با نورون‌های دیگر افزایش می‌دهد.

مقدمه‌ای بر یک الگو

طیّ چند دههٔ گذشته، الگوی غالب حافظه یک الگوی پردازش اطلاعات بوده است. این الگو همزمان با اختراع رایانه از نظریهٔ پردازش اطلاعات به وجود آمد و در همان زمان یا به واسطهٔ اختراع رایانه فراگیر شد. انواع متفاوت این الگو حاصل فهم جدید به دست آمده از زمینه‌های علمی دیگر مانند عصب‌شناسی، روان‌شناسی شناختی و روان‌شناسی

تصویر ۱ـ۵
الگوی پردازش اطلاعات



تکمیلی است. تصویر ۱ـ۵ که چارچوبی سازمان‌دهنده برای حافظهٔ انسان ارائه می‌دهد، باید به عنوان بازنمودی از ویژگی‌های کاربردی (نه ساختاری) سیستم حافظهٔ انسان بررسی شود؛ به عبارت دیگر، این الگو به این مطلب اشاره نمی‌کند که این سه شاخه حافظهٔ وسیع در سه بخش مختلف از مغز قرار دارند یا سیستم‌های جدا و مستقلی هستند. به علاوه، این سه شاخه نشانگر مراحل مشخص و متمایز فرایند حافظه نیستند،

بلکه در عوض سه عنوان هستند که به ما کمک می‌کنند تا فرایندی که توسط آن مغز انسان اطلاعات جدید را رمزگشایی، ذخیره و بازخوانی می‌کند و آن را با اطلاعات ذخیره شدهٔ قبلی تکمیل می‌کند را، بهتر بفهمیم. نقطهٔ شروع ما برای شناخت یادگیری و حافظه، قسمتی از الگو به نام حافظهٔ حسّی است.

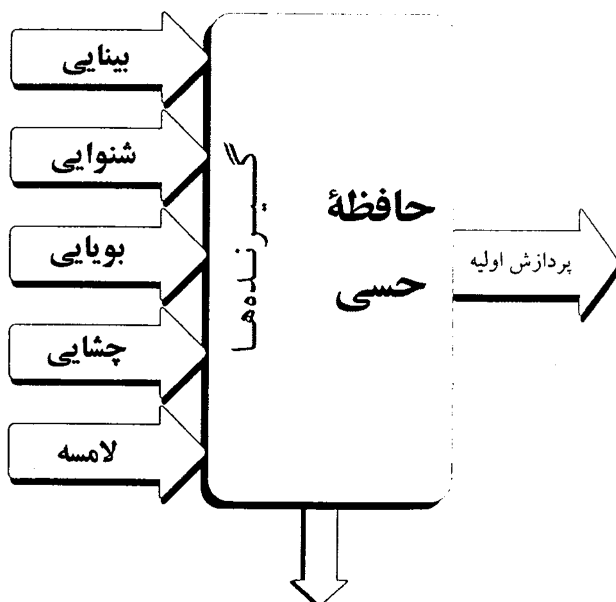
حافظهٔ حسّی

تصویر ۲ـ۵ بخش ابتدایی این الگو یعنی حافظهٔ حسّی را به تصویر می‌کشد. شاید درست‌تر این باشد که آن را انبار حسی، خاطرات حسی یا حتی درک حسی بنامیم. هر چیزی در حافظه به عنوان اطلاعاتی حسّی از محیط اطراف شروع می‌شود. نقش حافظهٔ حسی این است که اطلاعات ورودی به مغز را از طریق گیرنده‌های حسی بگیرد و کمتر از یک ثانیه آن را نگه دارد تا تصمیم گرفته شود که با آن چه کار کند.

این فرایند نسبتاً یکپارچه است. اشعه‌ای نوری به شبکیهٔ چشم برخورد می‌کند و حافظه‌ای کوتاه (حافظه‌ای تصویری) به طول چند هزارم ثانیه می‌سازد؛ به عبارت دیگر، می‌توان گفت که این فرایند مانند طولانی‌سازی نشان محرک اصلی مورد نیاز جهت زمان دادن برای شناخت و پردازش‌های بعدی است. طبق نظر استاد دانشگاه ایالت فلوریدا، **ژوزف ترگسن**، احتمالاً این مسأله برای حس‌های دیگر نیز صدق می‌کند (ترگسن، ۱۹۹۶). ممکن است یکی از استثناهای این فرایند حسّ شنوایی باشد. پیام‌های شنوایی به طور مختصر در آنچه که معمولاً به آن حافظهٔ انعکاسی می‌گویند، ضبط می‌شوند. شواهدی وجود دارد که ممکن است نشان‌های انعکاسی کمی بیشتر (تا حدود ۲۰ ثانیه) باقی بمانند (گازانیگا، ایوری و منگون، ۱۹۹۸).

با وجود این که این فرایند کمی ساده به نظر می‌رسد، امّا مشکل وقتی به وجود می‌آید که این داده‌های حسی ـ که از بخش‌های مجزای اطلاعات تشکیل شده‌اند ـ به صورت یک تکه وارد نمی‌شوند بلکه همه همزمان با هم، امّا مجزا، وارد مغز می‌شوند. طیّ هر بخشی از زمان، مقدار زیادی محرک‌های حسّی بدن ما را بمباران

تصویر ۲-۵
حافظهٔ حسی



می‌کنند و به ما بیش از آنچه که قدرت رسیدگی به آن داریم اطلاعات می‌رسانند. اگر شما به طور خودآگاه از تمامی تصاویر، صداها، احساسات لامسه، مزه و بوهایی که همزمان با هم روی بدن شما تأثیر می‌گذارند مطلع بودید، آن وقت لبریز شدن محرک‌های حسّی را تجربه می‌کردید. بدون یک روش خاص برای سازماندهی این داده‌های خام حسی به یک طرح معنادار، شما قادر به عمل کردن نخواهید بود. باید راه

چاره‌ای برای دور ریختن داده‌های نامربوط وجود داشته باشد. نقش تصفیهٔ مقدار زیاد اطلاعات ورودی به حس‌ها همان چیزی است که ما آن را حافظهٔ حسّی می‌نامیم.

گاهی اوقات به مغز، اسفنجی که اطلاعات را جذب می‌کند، اطلاق می‌شود. استعاره‌ای بهتر برای آن، واژهٔ الک خواهد بود: طبق برخی تخمین‌ها، ۹۹ درصد از کلّ اطلاعات حسّی به محض ورود به مغز دور ریخته می‌شوند (گازانیگا، ۱۹۹۸). دلیل این که مغز این مقدار زیاد اطلاعات را تصفیه و سپس دور می‌ریزد این است که بیشتر آن نامربوط است. یادآوری این که چند دقیقهٔ پیش لباس‌هایتان روی بدنتان چه حسی داشتند و یا هفتهٔ پیش که چیزی می‌نوشتید خودکارتان روی دستتان چه حسی داشت، ارزش عملکردی یا حیاتی زیاد ندارد. سؤالی که جای تأمل دارد این است که چگونه مغز تصمیم می‌گیرد چیزی را نگه دارد یا دور بریزد. چه عواملی روی مغز تأثیر می‌گذارند تا به محرک‌های خاصّی اهمیت بدهد و به بقیه ندهد؟

از پیام‌های حسّی تا ادراک

تمامی اطلاعات دریافت شده توسط گیرنده‌های حسی باید جهت پردازش به قشر حرکتی مناسب فرستاده شوند. همان‌طور که از فصل ۲ به خاطر دارید، عضوی که نقش مهمی در این انتقال دارد تالاموس است. تمامی داده‌های حسی به جز بویایی اوّل به تالاموس می‌روند. داده‌ها از آن جا به بخش‌های ویژه‌ای از قشر مغز که به پردازش تصویر، صدا، مزه یا لامسه اختصاص داده شده‌اند، فرستاده می‌شوند. بحث در مورد فیزیولوژی پیچیدهٔ پشت این کارها از حوزهٔ این کتاب خارج است امّا مهم است بدانید که اطلاعات هنگام حرکت از گیرنده‌های حسی به محلّ پردازش، به نوعی تغییر می‌یابند. اطلاعات از یک فوتون نوری یا موج صوتی به یک درک تبدیل می‌شوند؛ به عبارت دیگر، ما فوتون نوری یا موج صوتی را نمی‌بینیم بلکه یک تصویر یا صدا را درک می‌کنیم و ادراک، در آن لحظه به طرز بی‌نظیری توسط ذهن درک‌کنندهٔ ما شکل می‌گیرد.

ادراک به معنایی اطلاق می‌شود که ما به اطلاعات دریافتی توسط حس‌ها متصل

می‌کنیم. چشمان ما ممکن است یک تصویر را مثل یک دوربین بگیرند، امّا آنچه ما می‌بینیم (یا درک می‌کنیم) تحت تأثیر اطلاعاتی است که ما در مغزمان ذخیره کرده‌ایم؛ برای مثال به این تصویر نگاه کنید: B. اگر به شما بگویند این چه عددی است احتمالاً خواهید گفت «3». اما اگر از شما بپرسند چه حرفی است شما خواهید گفت «B». تصویر عوض نشد، بلکه درک شما براساس آنچه از شما پرسیده شد و دانش شما از علم اعداد و حروف الفبا تغییر یافت. برای کودکی که اطلاعات قبلی از اعداد یا حروف الفبا ندارد، حرف B، شکلی بی‌معنا روی کاغذ است؛ بنابراین، اختصاص دادن معنا به محرک‌های ورودی به دانش قبلی ما و آنچه که ما انتظار دیدنش را داریم، بستگی دارد؛ به عبارتی، مغز شبکه‌های عصبی موجود اطلاعاتی را بررسی می‌کند تا ببیند آیا اطلاعات جدید چیزی هست که یک شبکهٔ عصبیی که قبلاً ذخیره شده را فعال نماید (ما در فصل بعد به نحوهٔ تشکیل شبکه‌های عصبی خواهیم پرداخت). این تطابق داده‌های جدید به اطلاعات ذخیره شده «شناخت الگویی» نامیده می‌شود و جنبهٔ مهمی از توجه است. شناخت الگویی آن قدر خوب عمل می‌کند که شما می‌توانید یک حرف الفبا را به هر شکلی که باشد (b یا B) تشخیص دهید. امّا اگر شما قبلاً حرف b را ندیده باشید و ندانید که بیانگر چه چیزی است، آن‌گاه حرف b برای شما بی‌معنی می‌شود؛ چون، هیچ شناختی برای تطابق وجود ندارد.

از درک تا توجه

بچه‌ها اغلب به «بی توجهی» متهم می‌شوند. چیزی به اسم بی‌توجهی وجود ندارد چون مغز همیشه به چیزی توجه می‌کند. منظور ما در واقع این است که کودک یا دانش‌آموز به آنچه که در نظر ما مرتبط یا مهم است توجه نمی‌کند. همان طور که همهٔ ما می‌دانیم توجه انتخابی است.

عواملی که باعث می‌شوند تا یک محرک نگه داشته یا رها شود، چیست؟ چگونه است که دو نفر یک دادهٔ حسّی مشترک را تجربه می‌کنند، امّا یکی از آن دو نفر به یک

محرک و دیگری به عنصر کاملاً متفاوتی از آن محرک توجه می‌کند. البته مهم است بدانید که ما در این مرحلهٔ پردازش اوّلیه، در مورد یک پردازش خودآگاه صحبت نمی‌کنیم. اگرچه درست است که ما قادر هستیم تا با تلاش خودآگاه توجه خود را به محرکی خاص معطوف کنیم، امّا در بیشتر مواقع این چنین نیست. در زندگی روزمره تقریباً غیرممکن است که به طور خودآگاه چیزی که قرار است هر لحظه روی آن تمرکز کنیم را مشخص کنیم. مغز به طور دائم محیط را برای محرک‌ها بررسی می‌کند. بیشتر این کار توسط مکانیزم‌های خودکار انجام می‌شود. اگر از فصل ۲ به یاد داشته باشید، سیستم فعال‌سازی مشبک در تصفیهٔ هزاران محرک و دور ریختن اطلاعات بی‌اهمیت یا تمرکز روی داده‌های مرتبط نقش مهمی بازی می‌کند؛ به عبارت دیگر، بیشتر اوقات مغز ناخودآگاه شما فرایند تصمیم‌گیری اوّلیه را برای شما انجام می‌دهد. چه عواملی مغز را در این تصفیهٔ اولیهٔ اطلاعات تحت تأثیر قرار می‌دهند؟ چگونه مشخص می‌شود که چیزی مربوط یا نامربوط است؟

یک عنصر کلیدی در فرایند تصفیه این است که آیا محرک‌های ورودی با چیزی که ما به دیدن آن عادت داریم متفاوت است، یعنی آیا چیز تازه‌ای است؟ بدیع بودن هر چیز یک جلب کنندهٔ ذاتی است. اجداد اوّلیهٔ ما که روی دشت‌ها یا درون غارها زندگی می‌کردند، برای زنده ماندن مجبور بودند تا به هر محرک جدید یا بی‌نظیر موجود در محیط توجه کنند. ما نیز تفاوت چندانی با آنان نداریم. مغز ما امروزه نیز طوری برنامه‌ریزی شده است تا به چیزهای غیرعادی، مثل تابلوی جادهٔ فرعی به هنگام رانندگی، توجه کند. آموزگاران اغلب از این پدیده استفاده می‌کنند و اطلاعات را با یک حالت جدید یا شگفت‌آور مطرح می‌کنند. آمدن به کلاس با لباس‌های یک شخصیت تاریخی یا بادکنک دادن به دانش‌آموزان برای درس فشار هوا، مثال‌های خوبی هستند.

با وجود این، یک ویژگی تازه بودن که استفاده از آن را بر یک اساس روزانه مشکل می‌سازد، تمایل مغز به عادت داشتن است. اگر یک تصویر یا صدا جدید و غیرمعمول باشد، ما طبیعتاً توجه زیادی به آن می‌کنیم، امّا اگر همین تصویر یا صدا بارها و بارها

دیده یا شنیده شود، مغز ما به طور طبیعی آن‌قدر به آن عادت می‌کند که آن را نادیده می‌انگارد. این همان عادت داشتن است. اگر نزدیک فرودگاه زندگی کنید ممکن است به ندرت به طور تصادفی متوجه برخاستن یا نشستن یک جت در فرودگاه شوید. شما نمی‌توانید نسبت به صدای برخاستن یک بویینگ ۷۴۷ بی‌تفاوت باشید، امّا اگر هر روز این صدا تکرار شود، دیگر برای شما تازگی نخواهد داشت و سیستم حسی شما آن را به عنوان چیزی بی‌اهمیت تصفیه خواهد کرد. ممکن است یک زن خودش متوجه بوی عطری که زده است نشود، امّا بقیه متوجه می‌شوند؛ سیستم بویایی او به بو عادت کرده‌اند، امّا شخصی که با این بوی خوش آشنا نیست، به احتمال، متوجه آن خواهد شد.

شدت یک محرک نیز عامل دیگری است که روی توجه تأثیر می‌گذارد. به طور کل، هرچه یک صدا بلندتر و هر چه یک نور روشنتر باشد احتمال جلب توجه آن بیشتر است. وقتی دو محرک برای جلب توجه رقابت می‌کنند، آن محرک که شدیدتر است اوّل توجه را جلب می‌کند.

شرکت‌های تبلیغات تلویزیونی با استفاده از این پدیده، صدای آگهی‌های تجاری را بیشتر می‌کنند تا توجه ما را جلب کنند.

عامل سومی که توجه ما را دستخوش تغییر می‌کند، حرکت است. به طور کل، توجه ما معطوف به چیزی می‌شود که حرکت می‌کند. تصور غلط حرکت می‌تواند توسط چراغ‌های نئون چشمک‌زن که توجه ما را به خود جلب می‌کنند به وجود آید. این چراغ‌ها توجه ما را بیش از چراغ‌هایی که چشمک نمی‌زنند به خود جلب می‌کنند. چراغ‌های گردان ماشین‌های پلیس نیز مثال دیگری از استفاده از حرکت به عنوان وسیله‌ای برای جلب توجه هستند.

در این جا ما دربارهٔ پردازشی صحبت می‌کنیم که در برخورد اوّلیهٔ محرک‌ها به گیرنده‌های عصبی به وجود می‌آیند. این پردازش، عمدتاً ناخودآگاه و بیشتر آن، خارج از کنترل ماست. با این وجود، همان گونه که دیدید می‌توان آنچه را که مغز به آن توجه می‌کند با استفاده از تازگی، شدت یا حرکت تحت تأثیر قرار داد. در کلاس درس نیز

ممکن است به دلیل عادت داشتن به چیزی، یکی از این سه عامل در گذر زمان مفید واقع شوند؛ روشن و خاموش کردن چراغ کلاس برای جلب توجه شاگردان ممکن است چند بار اوّل فایده داشته باشد، امّا با استفادهٔ زیاد آن، شاگردان دیگر متوجه آن نمی‌شوند یا به آن پاسخ نمی‌گویند. بالا بردن صدا نیز ممکن است برای مدتی مفید باشد، امّا اغلب منجر می‌شود به این که شاگردان نیز صدای خود را برای تطابق با صدا بلندتر کنند. یک اتفاق جدید فقط برای مدت کوتاهی تازگی دارد.

بنابراین، آیا این بدین معناست که آموزگاران و والدین روی چیزی که شاگردان یا فرزندان به آن توجه می‌کنند، تأثیر کمی دارند؟ آیا ما اسیر مغزی ناپایدار هستیم که به هر تلاشی جهت متمرکز کردن آن روی یک محرک خاص مقاومت می‌کند؟ در یک کلام، خیر. دو عامل هستند که با قدرت زیاد این دو مسأله را تحت تأثیر قرار می‌دهند که مغز به طور ذاتی به اطلاعات ورودی توجه کند و این توجه را نگاه دارد. این دو عامل، معنا و احساسات هستند و ما روی این دو، کمی کنترل داریم.

معنا و توجه

ما در ابتدای این فصل دربارهٔ شناخت الگویی صحبت کردیم. این پدیده توضیح می‌دهد که مغز چگونه سعی دارد تا محرک‌های حسّی ورودی را با اطلاعاتی که در مدارها یا شبکه‌های نورونی ذخیره کرده، تطابق بدهد؛ به عبارت دیگر، شبکه‌های نورونی به محض ورود محرک‌های حسی به مغز مشخص می‌کند که محرک‌های تصویریِ جدید آشنا هستند. در این صورت می‌توان گفت که اطلاعات جدید معنا می‌دهد یا مفهوم دارد. اگر تطابقی وجود نداشته باشد، چه می‌شود؟ ممکن است مغز به اطلاعات بی‌معنا برای مدت کوتاهی به دلیل تازگی آن توجه کند، امّا اگر محرک‌های ورودی معنا نداشته باشند، مغز احتمالاً دیگر آنها را پردازش نمی‌کند.

فرض کنید شما در اتاق انتظار یک اداره قرار ملاقات دارید و از آن جا کتابی برمی‌دارید. کتاب را باز می‌کنید و متوجه می‌شوید به زبانی نوشته شده است که آن را

بلد نیستید. به احتمال، شما کتاب را سر جایش می‌گذارید و به دنبال چیزی می‌گردید که می‌توانید آن را بفهمید یا فرض کنید مطلبی سرشار از نمودارها، جداول و فرمول‌هایی می‌خوانید ولی با وجود این که به زبان مادری شما نوشته شده است برای شما مفهومی ندارد. نگه داشتن توجه روی چیزی که نمی‌فهمید یا برای شما معنا ندارد نه تنها کسل‌کننده بلکه تقریباً غیرممکن است. متأسفانه، ما اغلب انتظار این معجزه را از شاگردان یا فرزندان خود داریم.

تصویر ۳ـ۵



به تصویر ۳ـ۵ نگاه کنید (هانت، ۱۹۸۲). ابتدا ممکن است شما مشکل داشته باشید و چیزی غیر از نقطه نبینید، ولی با کمی تلاش تصویر یک سگ یا دقیقتر، یک سگ تازی را خواهید دید. (راهنمایی: سگ تازی کمی در سمت راست تصویر قرار دارد. سرش را پایین برده و مشغول بو کشیدن یا نوشیدن از یک چاله است و در حال دور شدن از شماست.) وقتی شما سگ را در تصویر پیدا می‌کنید و می‌بینید دیگر نمی‌توانید آن را نبینید. اگر چه شما سگ را در تصویر تشخیص می‌دهید، امّا نمی‌توانید خط دور بدن سگ را بکشید.

به آنچه که الآن در مغزتان گذشت فکر کنید. اگر چه شما نمی‌توانید یک سگ کامل ببینید، امّا مغز شما از اطلاعات موجود برای تشخیص آن استفاده کرد. چه چیزی برای این پدیده ضروری است؟ آیا مثال قبلی در مورد توانایی شما برای دیدن برج ایفل در چشم ذهنتان را به یاد می‌آورید؟ شما قادر به دیدن آن بودید، چون مداری از نورون‌های از پیش به وجود آمده را فعال کردید که اطلاعات در آن ذخیره شده بود. همین مسأله دربارهٔ عکس سگ تازی نیز صادق است. اگر شما قبلاً سگ یا عکس آن را ندیده بودید و تصویر آن در مغزتان ذخیره نشده بود نمی‌توانستید این سگ را در میان نقطه‌ها پیدا کنید. شما نمی‌توانید یک مدار یا شبکهٔ عصبی را که قبلاً هرگز فعال نشده است، دوباره‌سازی یا دوباره فعال کنید.

حالا ما کم‌کم می‌توانیم واژهٔ «معنا» و نقش مهمی که در توجه بازی می‌کند را بفهمیم. اگر مغز ما نتواند هیچ شبکهٔ از پیش فعال شده را پیدا کند که مطابق اطلاعات جدید باشد، احتمال این که به آن توجه کند بسیار کم است. انسان با توجه کردن به ذخیرهٔ اطلاعات بی‌معنا، حیات خود را حفظ نکرده است.

شاگردان یک کلاس را در نظر بگیرید که با اطلاعاتی مواجه شده‌اند که با هیچ کدام از چیزهایی که قبلاً ذخیره کرده‌اند، مطابقت ندارد. مغز آنها به دنبال شبکه‌ای مناسب است تا برای مفهوم و معنا پیدا کردن این اطلاعات آنها را یاری کند. اگر چیزی پیدا نشود، اطلاعات بی‌معنی به حساب می‌آید و دور ریخته می‌شود. آیا ممکن است که بیشتر آنچه

که ما در مدارس درس می‌دهیم با این توضیح مطابق باشد و آیا ما نباید تعجب کنیم که مغز شاگردان ما اغلب از توجه به مطالب سر باز می‌زنند؟ در فصل‌های بعد در مورد روش‌های مختلفی بحث خواهیم کرد که می‌توانند جهت معنادار کردن اطلاعات مورد استفاده قرار گیرند، امّا حالا باید به عامل دوم بپردازیم که روی توجه تأثیر یکسانی دارد.

هیجان و توجه

رابرت سیلوستر نویسندهٔ کتاب «جشن نورون‌ها» در صحبت‌هایش به دانشجویانش اغلب می‌گوید که «هیجان توجه را باعث می‌شود و توجه منجر به یادگیری می‌شود.» این حرف تا حدّ زیادی درست است. برای پی بردن به علت آن باید به چندین ساختار زیر قشری که پاسخ‌های هیجانی ما را کنترل می‌کنند، نگاه دقیقتری بیندازیم (سیلوستر، ۱۹۹۵).

به خاطر داشته باشید که مغز همواره در حال بررسی محیط است و اطلاعات ورودی را تصفیه و دسته‌بندی می‌کند تا مشخص کند که چه چیزی را دور بریزد. چرا این اتفاق می‌افتد؟ چون این مسأله برای حیات انسان‌ها و انواع جانداران ضروری است. به این مسأله فکر کنید که اگر یک حیوان خطرناک به شما حمله می‌کرد و مغز شما تصمیم می‌گرفت تا روی سرعت حمله یا طبقه‌بندی آن حیوان تمرکز کند، دیگر امروز، مشغول خواندن این کتاب نبودید. ما باید سیستمی داشته باشیم که بتواند در زمانی کوتاه موارد ضروری را از موارد بی‌اهمیت جدا سازد و خوشبختانه این سیستم را داریم. زمانی این سیستم به نام سیستم حاشیه‌ای معروف بود. مسلم است که این واژه محدودکننده و شاید حتی نادرست باشد. دانشمندان در مورد ساختارهایی که این سیستم را تشکیل می‌دهند و حتی مهمتر از آن، در مورد سیستم بودن آن نیز توافق نظر ندارند. شاید واژه‌ها آن قدر مهم نباشند. آنچه مهم است این است که گروهی از ساختارها با هم کار می‌کنند تا به ما در تمرکز روی جنبه‌هایی از داده‌های محیطی که برای حیات ما ضروری هستند، کمک نمایند.

اوّلین بازیگر در این فرایند تالاموس است. تالاموس مانند ایستگاه انتقالی است که

اطلاعات ورودی را می‌گیرد و آن را جهت پردازش بعدی به بخش‌های مناسب قشر مغز می‌فرستد. علاوه بر این، همزمان با این عمل اطلاعات به آمیگدالا نیز فرستاده می‌شود. درست مثل این است که اطلاعات تکثیر شود تا بتوان آن را به طور همزمان به بخش‌های مختلف مغز فرستاد. چرا مغزهای ما برای این پردازش موازی طراحی شده‌اند؟ پیش از این دربارهٔ آمیگدالا خواندیم که کار آن مشخص کردن ارتباط هیجانی محرک‌های ورودی است. آیا این چیزی است که به من صدمه می‌زند یا چیزی است که من دوست دارم؟ آیا باید از آن فرار کنم یا به سمتش بروم؟ نقش قشر مغز نیز برعکس است؛ یعنی، پردازش اطلاعات ورودی از لحاظ منطقی تا آن را در محیط قرار دهد، به آن معنا بدهد و نوع عمل را مشخص کند.

ممکن است تعجبی نداشته باشد که مسیر تالاموس به آمیگدالا بسیار کوتاهتر از مسیر تالاموس به قشر مغز است. در حقیقت، مسیر تالاموس به آمیگدالا به طول یک سیناپس است و به آمیگدالا این امکان را می‌دهد تا اطلاعات را یک چهارم ثانیه زودتر از قشر مغز دریافت کند (لدوکس، ۱۹۹۶). قشر مغز نمود دقیقتری از محرک به وجود می‌آورد امّا زمان بیشتری می‌برد. اگر احتمال خطر وجود داشته باشد، زمان خیلی کوتاه نیز بسیار مهم است. ژوزف لدوکس در کتابش به نام «مغز هیجانی»، مسیر تالاموس به آمیگدالا را یک مسیر «تند و کثیف» می‌نامد که دلالت دارد بر پاسخ‌های، اغلب، غیرمنطقی که مغز در مواقع هیجانی می‌دهد. شناخت این سیستم پاسخگویی هیجانی ناخودآگاه (مسیر تند و کثیف) به ما کمک می‌کند تا توضیحی برای عکس‌العمل‌های غیرمنطقی دانش‌آموزان پیدا کنیم ـ وقتی که با موقعیت‌هایی مواجه می‌شوند که مغزشان آن موقعیت‌ها را از لحاظ هیجانی جلب توجه کننده می‌انگارد.

مغز از لحاظ زیستی طوری برنامه‌ریزی شده است که اوّل به اطلاعاتی که محتوای هیجانی قوی دارد توجه نماید. (در ضمن، مغز به نحوی برنامه‌ریزی شده تا این اطلاعات را طولانی‌تر به خاطر داشته باشد و این پدیده‌ای است که ما در فصل بعدی آن را بررسی خواهیم کرد.)

مغز ما و مغز شاگردان ما طوری طراحی شده‌اند که نه تنها به خطرهای محیط توجه داشته باشند بلکه به حالت‌های صورت و دیگر عناصر حرکات بدن، که در فرهنگ ما اطلاعات هیجانی لازم برای حیات را دارند، توجه کنند. کودکانی که از بیماری عدم موفقیت در روابط اجتماعی رنج می‌برند از توانایی خواندن این نشانه‌ها بی‌نصیبند و در نتیجه، مشکلات اجتماعی فراوانی دارند.

در این فصل، ما به قدم اول در پردازش اطلاعات یا به عبارتی، قدم اول در حافظه و یادگیری نگاهی داشتیم. تمامی محرک‌هایی که همواره حواس ما را بمباران می‌کنند، راه خود را به مغز ما پیدا می‌کنند، امّا تعداد اندکی از آنان باقی می‌مانند. آموزگاران باید از فرایندهایی که مغز در مرحلهٔ اوّلیهٔ تصفیه و دسته‌بندی از آنها استفاده می‌کند، آگاه باشند. شناختن نقش معنا و هیجان به این دلیل بسیار مهم است که بفهمیم چرا مغز به برخی محرک‌ها توجه می‌کند و به بقیه بی‌توجه است. اگر دانش‌آموزان توجه نکنند، درگیر نمی‌شوند و بنابراین یاد نمی‌گیرند. در فصل بعد خواهیم دید که ما چگونه می‌توانیم به صورت خودآگاه از معنا و هیجان استفاده کنیم تا یادگیری دانش‌آموزان را تقویت نماییم.

تمرین

۱ ـ فرض کنید یکی از همکاران شما از این شکایت دارد که شاگردانش توجه کافی به درس ندارند. چگونه می‌توانید به او کمک کنید تا دلایل آن را بفهمد؟

۲ ـ دو، سه پاراگراف دربارهٔ نقش هیجان در توجه و یادگیری بنویسید.

۳ ـ در گروه مطالعاتی خود، در مورد مواردی که چیزی را برای مغز معنادار می‌کنند، بحث کنید.

شاید بهتر باشد روی این مطلب بحث کنید که آیا موادّ درسی فعلی معنا و مفهوم مرتبط دارد یا این که لازم است شما راه‌هایی برای معنادار کردن آن پیدا کنید.

فصل ششم

حافظهٔ فعال: پردازش خودآگاه اطلاعات

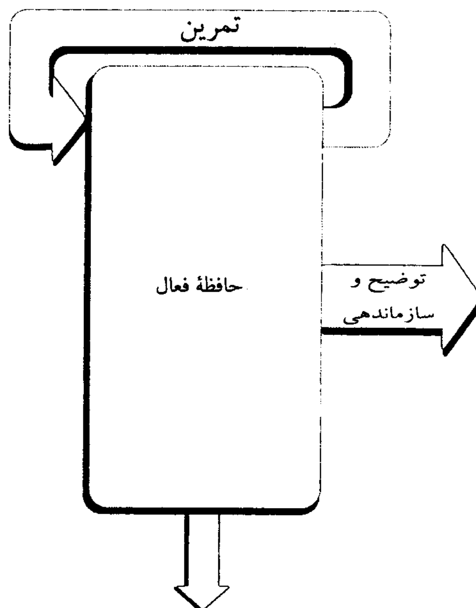
در قشر مغز انسان بخش مهمی از راز آگاهی انسان قرار گرفته است. در همین محل است که ما می‌توانیم از آنچه که می‌بینیم و می‌شنویم آگاه باشیم، از زبان برای ارتباط با یکدیگر استفاده کنیم، تصاویر ذخیره شده را کنار هم بگذاریم و توصیف کنیم و از توانایی‌های دیگر که فقط در قلمرو بی‌نظیر مغز انسان است استفاده کنیم. اگر از فصل ۵ به خاطر داشته باشید، تمامی پردازش اطلاعات خودآگاه نیست و در حقیقت بیشتر آن ناخودآگاه است. مغز به طور دائم محرک‌های حسی را از جهان خارج دریافت می‌کند، آنها را کنار هم می‌گذارد و دسته‌بندی می‌کند، بیشتر اطلاعات را دور می‌ریزد و فقط بخشی از آن را به مرکز توجه خودآگاه ما می‌فرستد. اگرچه خودآگاهی بخش کوچکی از پردازش اطلاعات را نشان می‌دهد، امّا بدون آن نمی‌توانیم پس از خواندن یک شماره تلفن ناآشنا آن را به خاطر بیاوریم تا شماره‌گیری کنیم یا وقتی انتهای یک جمله را می‌خوانیم قسمت اوّل آن را به خاطر آوریم.

اگرچه اینها مهم هستند، امّا توانایی ما برای نگه داشتن مقدار کمی اطلاعات، موقت و گذراست. عموماً ما پس از شماره‌گیری یک شماره تلفن ناآشنا آن را فراموش می‌کنیم

یا کلمات دقیق یک جملهٔ طولانی را نمی‌توانیم تکرار کنیم. تصویر ۱ـ۶ این توانایی پردازش کوتاه‌مدت ما را به وسیلهٔ یک مربع به نام «حافظهٔ فعال» نشان می‌دهد.

فلشی که از حافظهٔ حسی به حافظهٔ فعال می‌رود، نشانگر آن قسمت از داده‌های حسی است که توجه مغز را به اندازه‌ای در دست می‌گیرد که به شما امکان می‌دهد تا از آن آگاه باشید. فلشی که از حافظهٔ درازمدت به حافظهٔ فعال می‌رود، نشان می‌دهد که محتوای حافظهٔ فعال نیز می‌تواند اطلاعاتی باشد که از حافظهٔ درازمدت برگشت داده

تصویر ۱ـ۶
حافظهٔ فعال



شده است. فلشی که در جهت مخالف این فلش، یعنی از حافظهٔ فعال به حافظهٔ درازمدت می‌رود، نشان می‌دهد که ما می‌توانیم اطلاعاتی که به طرز خودآگاه با آن کار می‌کردیم را برای دورهٔ طولانی‌تری ذخیره کنیم.

باز هم ما باید این الگو را با احتیاط به کار بگیریم. همان گونه که در فصل پیش گفتیم ما باید این نمودار را به عنوان نمادی از ویژگی‌های کاربردی سیستم حافظهٔ انسان نگاه کنیم نه ویژگی‌های ساختاری آن. هیچ کدام از این سه بخش وسیع حافظهٔ انسان به صورت یک منطقهٔ مشخص و مجزای ذخیرهٔ اطلاعات نمی‌باشد. این الگو دامنهٔ وسیعی از پدیدهٔ حافظه را از دیدگاه پردازش اطلاعات خلاصه می‌نماید. بیشتر دانشمندان معتقدند که حافظه یک فرایند پیچیده و چند جانبه است که نیازمند فعال ساختن تعداد زیادی از مدارهای عصبی در مناطق زیادی از مغز است. با این وجود، هیچ توافق یک شکلی روی الگویی که این جنبه‌ها را به درستی نشان دهد، وجود ندارد. بعضی محققان حافظهٔ کوتاه‌مدت را از حافظهٔ فعال متفاوت می‌دانند و بقیه، حافظهٔ فعال را بخشی از حافظهٔ کوتاه‌مدت به حساب می‌آورند. بعضی دانشمندانِ شناختی معتقد نیستند که حافظهٔ فعال و حافظهٔ درازمدت کاملاً از هم متفاوت هستند بلکه معتقدند که حافظهٔ فعال بخشی از حافظهٔ درازمدت است که به طور موقت فعال شده است (واگنر، ۱۹۹۶). این شبیه به نظر هب است که حافظه را نماد فعالیت یا بازتاب دائم سلول‌های عصبی درگیر درک می‌داند. امروزه به نظر می‌رسد بیشتر دانشمندان واژهٔ «حافظهٔ فعال» را به واژهٔ قدیمی «حافظهٔ کوتاه‌مدت» ترجیح می‌دهند چرا که فعالیت‌های پیچیده‌ای را که انجام می‌دهد بهتر توصیف می‌کند (حافظهٔ حسی و حافظهٔ فعال هر دو کوتاه‌مدت هستند؛ بنابراین به عبارتی می‌توانند «کوتاه‌مدت» به حساب بیایند).

حافظهٔ فعال به ما امکان می‌دهد تا اطلاعات درکی فعلی را با دانش ذخیره شده در کنار هم جمع کنیم و به صورت خودآگاه با اطلاعات کار کنیم (در موردش فکر کنیم، حرف بزنیم و تمرین کنیم)؛ آن قدر که ذخیرهٔ آن را در حافظهٔ درازمدت قطعی کنیم. ما نباید فکر کنیم که حافظهٔ فعال فقط راهی به حافظهٔ درازمدت است بلکه بسیاری از

اطلاعات حسی ورودی فقط برای مدت کوتاهی نیاز است و بعد دور ریخته می‌شود. حافظهٔ فعال کارهای دیگری را نیز انجام می‌دهد. یک روان‌شناس شناختی به نام **بی.اف پنینگتون** حافظهٔ فعال را یک «عرصهٔ حسابگری» می‌داند که در آن اطلاعات مربوط به یک عمل فعلی به صورت آماده برای پردازش بعدی نگهداری می‌شود (سخنرانی پنینگتون، ۱۹۹۶). یک مثال از عملکرد حسابگر حافظهٔ فعال اتفاقی است که شما یک عملیات ریاضی مثل ۱۹۲=۸×۲۴ را ذهنی انجام می‌دهید. علاوه بر این، حافظهٔ فعال در عملکردهای اجرایی شناختی بالاتر مانند برنامه‌ریزی، سازماندهی و تمرین نیز نقش دارد. تصور کنید که حافظهٔ فعال مانند رئیس کل یک شرکت است که می‌داند چه کسی، چه کاری انجام می‌دهد و بررسی می‌کند تا هر کاری انجام شود.

اگر چه حافظهٔ فعال در ظاهر بسته به کاری که می‌کند در مناطق مختلفی از مغز وجود دارد، امّا بسیاری از دانشمندان بر این باورند که لُب جلویی - بویژه قشر پیش جلویی - محلّ اوّلیهٔ این فعالیت است (بیر و دیگران، ۱۹۹۶ - گازانیگا و دیگران، ۱۹۹۸). مؤسسهٔ ملی سلامت ذهنی به تازگی با استفاده از روش عکسبرداری طنین مغناطیسی کاربردی مطالعاتی انجام داد تا از ذهن افراد، در حین دیدن یک صورت یا یک سری از حروف الفبا، نگهداری موقت اطلاعات و سپس یادآوری آن، عکسبرداری کند. عکسبرداری، فعالیت افزایش یافته‌ای را در قشر پیش جلویی مغز نشان داد. وقتی محققان از افراد خواستند تا زنجیره‌های طولانی‌تری از اعداد را حفظ کنند، مشخص گردید که هرچه کار پیچیده‌تر می‌شود، مناطق پیش جلویی مغز سخت‌تر کار می‌کنند (مؤسسهٔ ملی سلامت ذهنی، ۱۹۹۷). یک مطالعهٔ انجام شده توسط اعضای این مؤسسه، **جیمز هکسبی** و **سوزان کورتنی**، مدارهایی تخصصی را برای حافظهٔ فعال فضایی در قشر جلویی مغز مشخص کرد. یک مثال برای این سیستم، به خاطر داشتن موقعیت دائماً متغیر ماشین‌های دیگر در حال رانندگی است.

مطالعات روی بیمارانی که لُب‌های جلویی‌شان آسیب دیده، کاربرد دیگری از این منطقه را مشخص نمود و آن، شکل دادن به رفتار زمان حال و توانایی انجام

برنامه‌هاست. **آنتونیو داماسیو** (۱۹۹۴) در کتابش به نام «اشتباه دکارت» یکی از معروفترین موارد آسیب لُب جلویی را به طور گسترده‌ای بررسی می‌کند. او داستان فینیس گاج، یک سرکارگر راه‌آهن را بازگو می‌کند. در سال ۱۸۴۸، یک روز گاج مشغول سمبه زدن موادّ منفجره در یک سوراخ بود تا آن را برای انفجار آماده کند که میلهٔ سمبه‌ای که در دستش بود به یک سنگ برخورد کرد و مواد منفجره، منفجر شد. میلهٔ سمبه درست به زیر چشم چپ گاج برخورد کرد. میله از لُب جلویی سمت چپ مغز او گذشت و از بالای سرش بیرون زد. گاج به طور معجزه‌آسایی نجات یافت، امّا شخصیت او به طور وحشتناکی برای ابد تغییر کرد. قبل از حادثه او مردی مسؤولیت‌پذیر، مورد احترام و زیرک به شمار می‌رفت. بعد از حادثه، او رفتاری غیرعادی داشت، در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مشکل داشت، در برخوردهای اجتماعی‌اش مانند بچه‌ها خودسر شده بود. حادثه‌ای که برای داماسیو اتفاق افتاد، نشان می‌دهد که ارتباطات عصبی بین وضعیت ناخودآگاه بدن که آن را هیجان می‌نامیم و ساختارهای پردازشگر خودآگاه در لُب‌های جلویی ـ که در مغز گاج به شدت صدمه دیده بودند ـ همان چیزهایی هستند که به ما اجازه می‌دهند تا به طور منطقی رفتار کنیم، برای آینده برنامه‌ریزی کنیم و تصمیمات شناختی و هیجانی مناسب بگیریم. بدون مدارها و ساختارهایی که حافظهٔ فعال را می‌سازند ما نمی‌توانیم به ارتباطات هیجانی ضروری جهت تفکر منطقی و برنامه‌ریزی دسترسی داشته باشیم.

الگوی حافظهٔ ۱۸ ثانیه‌ای

همان طور که آموزگاران همیشه می‌دانند، ظرفیت مغز برای ذخیرهٔ کوتاه‌مدت و پردازش اطلاعات تا اندازه‌ای محدود است. بدون تمرین یا توجه دائم، اطلاعات حدود ۱۵ ـ ۲۰ ثانیه در حافظهٔ فعال باقی می‌ماند (مک جی و ویلسون، ۱۹۸۴). **پیترسون** اوّلین مطالعهٔ منظم این پدیده را در سال ۱۹۵۹ انجام داد (گازانیگا و دیگران، ۱۹۹۸). آنها به افراد فعالیتی دادند تا در آن، مجموعه‌های سه‌تایی از حروف الفبا مثل SVL یا XCJ را که کمتر

از یک ثانیه روی صفحه ظاهر می‌شدند، به خاطر بیاورند. به محض این که حروف الفبا ناپدید می‌شدند، از افراد می‌خواست تا همگام با مترونوم حروف را سه تا سه تا از عقب به جلو بگویند. محققان نظر دادند که تداخل حروف به افراد اجازه نمی‌دهد تا حروف را تمرین یا تکرار کنند و بنابراین، تخمین درستی بود از این که اطلاعات تمرین نشده چه مدت زمانی در حافظهٔ فعال باقی می‌ماند. در آزمایش‌های بعدی از افراد خواستند تا کمی مکث کنند و حروف را بعد از ۳، ۶، ۹، ۱۲ یا ۱۸ ثانیه به خاطر بیاورند. در عرض ۳ ثانیه حدود ۲۰ درصد از افراد حروف را فراموش کرده بودند و در عرض ۱۸ ثانیه هیچ کسی این حروف را به خاطر نداشت. ممکن است این طور به نظر برسد که ۱۸ ثانیه آن قدر برای حافظه کوتاه است که تقریباً بی‌استفاده است، امّا نگاهی دقیقتر نشان می‌دهد که این زمان کافی است. اگر شما نمی‌توانید بدون هیچ تمرینی اطلاعات را برای حداقل ۱۸ ثانیه نگاه دارید، پس باید واژه‌هایی که بخش اوّل این جمله را می‌سازند را فراموش کرده باشید؛ از این رو، درک مطلب نیز برای شما غیرممکن خواهد بود. از طرف دیگر، اگر هر واژه‌ای را در هر جمله‌ای که خوانده‌اید تا آخر عمر به یاد آورید، مصیبتی خواهد بود. سیستم حافظه‌ای که ذخیرهٔ موقت اطلاعات را بدون لبریز کردن خودش فراهم می‌آورد چاره‌ساز است. خوش‌بختانه، در این فصل خواهیم خواند که روش‌هایی وجود دارند که اطلاعات را می‌توان با استفاده از آنها بیشتر از ۱۸ ثانیه نگاه داشت.

تأثیر مهمانی شلوغ

چگونه است که در محیط پر سر و صدا و گیج‌کنندهٔ یک مهمانی که صحبت‌های زیادی ردّ و بدل می‌شود شما می‌توانید روی یک موضوع خاص تمرکز کرده و صحبت کنید؟ مغز با استفاده از توجه شنوایی انتخابی که اغلب آن را «تأثیر مهمانی شلوغ» می‌نامند این کار را انجام می‌دهد. این مسأله به شما امکان می‌دهد تا صحبت‌های بلند اطرافیان را نادیده بگیرید و به آنچه که مربوط به شماست توجه کنید. امّا اگر بخواهید همزمان به دو

مکالمه گوش دهید و یا از دانش‌آموزانتان بخواهید تا به آنچه شما می‌گویید و آنچه آنها می‌خوانند به صورت همزمان توجه کنند چه؟ متأسفانه در بیشتر مواقع این کار ممکن نیست.

روان‌شناس انگلیسی، **ای. سی. چری**، برای اوّلین بار تأثیر مهمانی شلوغ را در اوایل دههٔ ۱۹۵۰ بررسی کرد. او این تأثیر را با پخش کردن دو صحبت مختلف به گوش‌ها از طریق یک گوشی تحلیل و بررسی کرد (شنیدن دوگانه). گاهی اوقات، او از افراد می‌خواست تا زنجیره‌ای افکاری که به یک گوش وارد می‌شدند را بدون توجه به داده‌های مشابه گوش دیگر، تکرار یا دنبال کنند. تحت این شرایط، افراد اطلاعات کمی از پیغامی راکه دنبال نکرده بودند، به یاد می‌آوردند (چری، ۱۹۵۳). اگر چه تأثیر مهمانی شلوغ به پردازش شنوایی اطلاق می‌شود، امّا تأثیر مشابهی را می‌توان در پردازش تصویری نیز مشاهده کرد.

آزمایش زیر امکان تجربهٔ آن را به شما می‌دهد. در جدول ۱ـ۶ گروهی از واژه‌ها را می‌بینید. بعضی کلمات پر رنگ و بعضی کم رنگ نوشته شده‌اند. با سرعت هر چه تمامتر فقط کلماتی راکه پر رنگ نوشته شده‌اند، بخوانید.

جدول ۱ ـ ۶ آزمایش مهمانی شلوغ
در انجام آزمایشی مثل این که مربوط به توجه است این مرد **مسأله** ماشین **بسیار** خانه **مهم** پسر **است** کلاه **که** کفش **مطلبی** شیرینی **که** مرد **توسط** ماشین **فرد** خانه **برای** پسر **فعالیت** کلاه **مربوطه** کفش **خوانده** شیرینی **می‌شود** مرد **باید** ماشین **مرتبط** خانه **و از لحاظ** پسر **دستور** کلاه **زبان** کفش **درست** شیرینی **باشد** مرد **امّا** ماشین **نه** خانه **آنقدر** پسر **ساده** کلاه **باشد** کفش **که** شیرینی **توجه** مرد **کافی** ماشین **نیاز** خانه **نداشته** پسر **باشد** کلاه و **نه** کفش **خیلی** شیرینی **مشکل باشد.**

حالا که خواندن متن تمام شد، بدون نگاه کردن به آن هر مطلبی را که از کلمات پررنگ به یاد می‌آورید بگویید. بعد سعی کنید کلمات کم رنگ را به یاد آورید. درست مثل آزمایش شنیدن دوگانه، شما نیز به احتمال زیاد بسیاری از کلمات کم‌رنگ را به خاطر نخواهید آورد. حتی اگر یک یا دو کلمه را به خاطر آورید آیا متوجه خواهید شد که کلمات کم رنگ هفت کلمه بودند که دائماً تکرار می‌شدند؟ شما به عنوان یک آموزگار یا پدر یا مادر بدون شک تأثیر مهمانی شلوغ را در فرزند، شاگرد یا خودتان مشاهده کرده‌اید. تقریباً غیر ممکن است که دو زنجیره افکار را به طور همزمان و خودآگاه پردازش کرد، به ویژه اگر هر دو از یک حس باشند. (وقتی شما با تلفن صحبت می‌کنید و کسی در داخل اتاق می‌خواهد پیغامی به شما بدهد اگر پیغام به صورت نوشته باشد فهمیدن آن بسیار راحت‌تر است.)

مثلاً همین حرف‌هایی که شما سر کلاس می‌زنید و دانش‌آموزان باید یادداشت بردارند را در نظر بگیرید. برداشتن یادداشت‌های مرتبط بسیار کار مشکلی است. اگر دانش‌آموزان به چیزی که آموزگار گفته فکر کنند اطلاعات بعدی را از دست می‌دهند. اغلب دانش‌آموزان کلمات را روی کاغذ می‌نویسند، امّا درک مفهومی کمی از آنچه نوشته‌اند دارند. اگر دانش‌آموزان آنچه را که گفته می‌شود درک نکنند، ارتباط آن را نیابند یا شروع به خیالبافی کنند، آنگاه هیچ کدام از حرف‌های شما پردازش نمی‌شود. هر آموزگاری این تجربه را دارد که یک روز چیزی را به دانش‌آموزان می‌گوید و روز بعد آنها طوری رفتار می‌کنند که انگار تا به حال آن مطلب را نشنیده‌اند. حالا کم‌کم می‌فهمیم که چرا این اتفاق می‌افتد.

توجه داشته باشید که انجام دادن دو کار در یک زمان با پردازش خودآگاه دو اطلاعات در یک زمان متفاوت است. به طور قطع انجام دو عمل در یک زمان امکان‌پذیر است، امّا به شرط آن که یکی از آنها خودکار باشد. فصل ۲ را به یاد بیاورید که نورون‌های حرکتی (با کمک مخچه) ممکن است به فعال شدن در یک عمل خاص آن‌قدر عادت کنند که بدون هیچ گونه پردازش خودآگاه به صورت خودکار شلیک کنند.

وقتی نوشتن به صورت خودکار در آید، دیگر نیازی نیست تا به طور خودآگاه مشخص کنید چه وقت باید نقطه و چه وقت باید دندانه بگذارید و این خود به شما امکان می‌دهد تا به محتوای نوشتهٔ خود توجه کنید. بیشتر اوقات شما می‌توانید چیزی را که می‌خوانید درک کنید؛ چون فرایند رمزگشایی، خودکار است. دانش‌آموزان کلاس اوّل که هنوز مجبورند بیشتر واژه‌های یک جمله را بخش کنند و با هجا بخوانند و رمزگشایی نیز هنوز برایشان خودکار نشده، در درک آنچه که می‌خوانند مشکل دارند.

عدد هفت جادویی (به اضافه یا منهای دو)

دومین محدودیت حافظهٔ فعال ظرفیت آن است. در دههٔ ۱۹۵۰، یک دانشمند شناختی به نام **جورج میلر** مطالعاتی انجام داد تا مقدار اطلاعاتی که فرد می‌تواند به طور خودآگاه پردازش کند را تعیین نماید. میلر به افراد کلماتی در گروه‌هایی با اندازه‌های مختلف داد تا آنها را حفظ کنند. تعداد کلماتی که افراد به خاطر می‌آورند، جدا از نوع اطلاعات (واژه‌ها، اشیا یا اعداد) به طور عموم، حدود هفت مورد بودند.

میلر مقاله‌ای به نام «عدد هفت جادویی، به اضافه یا منهای دو ـ نکاتی در مورد ظرفیت ما برای پردازش اطلاعات» ارائه داد (میلر ۱۹۵۶) و در آن مقاله، این پدیده را توضیح داد. تحقیق میلر آنچه را که ما سال‌ها به طور ذاتی می‌دانسته‌ایم اثبات کرد. به این مطلب فکر کنید: «هر شماره تلفن چند عدد دارد؟ یک اُکتاو از چند نُت تشکیل شده است؟ روزهای هفته چند تا هستند؟» میلر این ویژگی حافظه‌ای انسان را محدودهٔ حافظهٔ فوری نامید.

اگر می‌خواهید این واقعیت را خودتان آزمایش کنید، آزمایش «محدودهٔ حافظهٔ» زیر را انجام دهید. در عرض ۷ ثانیه این عدد ۷ رقمی را حفظ کنید: ۷۴۳۸۵۹۲. حالا صورت خود را برگردانید و اعداد را به ترتیب بگویید. اگر محدودهٔ حافظهٔ شما متوسط باشد مشکلی در یادآوری تمامی آنها ندارید. حالا در عرض ۱۰ ثانیه عدد ۱۰ رقمی زیر را حفظ کنید: ۶۷۹۴۵۸۱۳۲۹. احتمالاً در مورد عدد دوم به خوبی عدد اول عمل نکردید

مگر این که محدودهٔ حافظهٔ عجیبی داشته باشید.

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که تعداد مواردی که می‌توان در حافظه‌ای فعال نگاه داشت با سن تغییر می‌کند؛ مثلاً در مورد عدد اوّل بالا، یک کودک ۵ سالهٔ معمولی می‌تواند فقط ۲ عدد را به خاطر بیاورد. در هفت سالگی بچه‌ها به طور متوسط حدود ۳ عدد را و در سن ۱۱ سالگی حدود ۵ عدد را به خاطر می‌آورند. تعداد اعدادی که بچه‌ها می‌توانند به درستی به خاطر بیاورند هر دو سال یک بار تا سن ۱۵ سالگی یک عدد بیشتر می‌شود. در سن ۱۵ سالگی ظرفیت بزرگسال طبیعی هفت عدد (به اضافه یا منهای دو) به دست می‌آید (پاسکال ـ لئون، ۱۹۷۰).

با این وجود ما باید جهت تعیین ظرفیت حافظهٔ فعال یا محدودهٔ واژه‌ها محتاط باشیم. حافظهٔ فعال چیزی بیشتر از انباری قطعات مجزای اطلاعات است. در بیشتر مواقع یادگیری، ما مقداری از اطلاعات را در خودآگاه نگه می‌داریم و همزمان با اطلاعات مربوطه آن کار می‌کنیم. وقتی شما متنی را می‌خوانید یا یک مسألهٔ ریاضی حل می‌کنید، این فعالیت شناختی شامل تأثیر متقابل پردازش و ذخیرهٔ اطلاعات می‌شود. آزمون‌های حافظهٔ فعال که توانایی یادآوری اطلاعات را همزمان با فعالیت‌های پردازشی در حال انجام، اندازه‌گیری می‌کنند، به نظر دقیقتر از اندازه‌گیری‌های ظرفیت حافظه‌ای فعال در زندگی واقعی هستند. وقتی این اندازه‌گیری‌های مشکل‌تر استفاده می‌شوند، می‌بینیم که سن تأثیری روی ظرفیت ندارد در حالی که سختی و زمان فعالیت تأثیر بسزایی روی ظرفیت دارند (تاوس، هیچ و هاتون، ۱۹۹۸).

تکه کردن اطلاعات

حافظهٔ فعال واقعاً محدود است. قبل از این که ما از این محدودیت فضایی ناامید بشویم باید بدانیم که این محدودیت را می‌توان با تکه کردن اطلاعات از سر راه برداشت.

میلر در مورد تعداد مواردی که یک فرد می‌تواند در حافظهٔ فوری خود نگاه دارد، خاطر نشان کرد که این موارد نباید تک‌تک باشند بلکه می‌توانند تکه‌هایی از اطلاعات

باشند. یک تکه عبارت است از یک واحد معنادار اطلاعات؛ برای مثال، در عرض ۱۴ ثانیه سعی کنید ۱۴ حرف زیر را حفظ کنید.

IB MJ FKTW AUS ACD

این کار بسیار مشکلی است؛ چون ۱۴ مورد، از ظرفیت حافظهٔ فعال شما بیشتر است؛ امّا اگر شما همین حرف را به شکل واحدهای معنادار زیر در بیاورید، قضیه شکل دیگری خواهد گرفت.

IBM JFK TWA USA CD

حالا حروف، ۵ تکه شدند که حفظ کردن آن آسان است. می‌بینیم که IBM یک واحد مجزاست مانند شماره تلفن «۱۱۸» یا عبارت «یک پیرمرد». شماره تلفن‌ها را نمی‌توان به شکل فهرستی از ۷ عدد حفظ کرد بلکه می‌توان به صورت دو تکهٔ دو عددی و یک تکهٔ ۳ عددی حفظ کرد. گروه‌بندی کردن اطلاعات در شاخه‌ها یا دسته‌بندی‌های مختلف روش دیگری برای تکه کردن است.

تفاوت بین افراد مبتدی و حرفه‌ای‌ها این است که حرفه‌ای‌ها (به دلیل تجربهٔ زیادشان) اطلاعات را به شکل تکه‌های بزرگ در می‌آورند، امّا مبتدی‌ها با قطعات جداشدهٔ اطلاعات کار می‌کنند. شطرنج‌بازان حرفه‌ای تنها با نگاه کردن به صفحهٔ شطرنج برای ۵ ثانیه می‌توانند دوباره تمامی ۱۶ مهره را سرجای درست خود بگذارند. این چگونه ممکن است؟ محققان مرکز تحقیق و توسعهٔ یادگیری دانشگاه پیترزبورگ تخمین زده‌اند که یک استاد شطرنج حدود ۱۰۰/۰۰۰ طرح قرار دادن مهره‌ها روی صفحهٔ شطرنج را در حافظهٔ درازمدت خود ذخیره کرده است (چیس و سایمون، ۱۹۷۳). شطرنج‌باز می‌تواند با استفاده از این اطلاعات محلّ قرارگرفتن تمامی ۱۶ مهره را در دو یا سه تکهٔ اطلاعاتی در ذهن خود جای دهد و این عددی است که حافظهٔ فعال به راحتی با آن کار می‌کند. حالتی که در آن استاد شطرنج اطلاعات را به صورت تکه‌ای در می‌آورد

به ما این انگیزه را می‌دهد که می‌توان حافظهٔ فعال را تقویت کرد. اگر چه ما نمی‌توانیم تعداد تکه‌هایی که می‌توانیم ذخیره کنیم را بالا ببریم، امّا می‌توانیم (با سازماندهی مجدد) مقدار اطلاعاتی که در هر تکه می‌توان ذخیره کرد را بیشتر کنیم.

بنابراین توانایی ما برای این که ببینیم اطلاعات چگونه در تکه‌ها کنار هم قرار می‌گیرند، یکی از شاخص‌های یادگیری و راهی برای کار کردن با مقدار اطلاعات بیشتر و بیشتر است. یکی از مشکلات ما برای یاد دادن چیزی به شخصی دیگر این است که ما ارتباطاتی در آن موضوع می‌بینیم که آن شخص نمی‌تواند ببیند. شاید با خود فکر کنید که ما می‌توانیم به دانش‌آموزان تجربهٔ خود را منتقل کنیم و به آنها ارتباطات آن موضوع و نحوهٔ کنار هم قرار گرفتن اطلاعات را بگوییم، امّا این کار به ندرت مفید واقع می‌شود؛ زیرا، خود دانش‌آموزان باید این ارتباطات را بسازند. زمانی **مارک تواین** گفته است که «اگر تدریس مثل تکلم بود ما آن‌قدر باهوش می‌شدیم که نمی‌توانستیم آن را تحمل کنیم».

متأسفانه، او درست می‌گفت؛ چون تدریس مانند تکلم نیست. تدریس، هدایت و تسهیل در تشکیل ارتباطات عصبی در مغز شاگردان است. اگر کسی به شطرنج‌بازی بگوید که چه کار بکند، آن شطرنج‌باز حرفه‌ای نخواهد شد. او باید خودش این کار را بکند و هزاران بار بازی کند تا با الگوها آشنا شود و اطلاعات را طوری در ذهنش سازماندهی کند تا بتواند آنها را به صورت تکه‌ای ببیند. شاگردان ما نیز همین طور هستند. ما تجربه و راهنمایی در اختیارشان قرار می‌دهیم، امّا آنها خود باید کار کنند. بنابراین، این کار شخصی آنها باید به چه شکل باشد؟ همان‌طور که می‌توان حافظهٔ فعال را با تکه‌ای کردن اطلاعات تقویت کرد، می‌توان طول مدت ذخیرهٔ اطلاعات را با کار کردن با اطلاعات بیشتر کرد. این فرایند، «تمرین» یا «تکرار» نامیده می‌شود.

تمرین از طریق تکرار

راه‌های زیادی برای تمرین اطلاعات یا یک مهارت وجود دارند. یکی از آنها که **تکرار**

نامیده می‌شود از بارها و بارها تکرار اطلاعات یا یک فعالیت تشکیل شده است. این همان کاری است که وقتی می‌خواهیم یک شماره تلفن را حفظ کنیم، از زمانی که شماره را می‌بینیم تا وقتی آن شماره را می‌گیریم، معمولاً انجام می‌دهیم. همچنین، این کاری است که ما هنگام یادگرفتن دوچرخه‌سواری یا کار با ماشین‌تحریر انجام می‌دهیم. با این وجود، تکرار برای یادگرفتن یک روند (یک مهارت یا عادت) بسیار مؤثرتر است تا حفظ کردن یک شماره تلفن (اگر وقتی شما یک شماره تلفن را حفظ می‌کنید کسی چیزی به شما بگوید، مطمئناً آن شماره را فراموش خواهید کرد). خیلی راحت می‌شود فهمید که چرا تکرار برای تشکیل ارتباطات عصبی قوی جهت فراگیری یک مهارت یا عادت به‌صورت خودکار ضروری است. رانندگی بدون توجه خودآگاه یا رمزگشایی یک متن به‌طور خودکار به نحوی که قادر باشید تا روی معنای چیزی که می‌خوانید تمرکز کنید، نیازمند تکرار یا تمرین مداوم این مهارت‌هاست. شما نمی‌توانید شنا کردن یا پیانو زدن را با خواندن کتاب در مورد آنها فرا بگیرید. اگر چه ممکن است اطلاعات یک کتاب مفید باشد، امّا باز هم نیاز است تا آن مهارت را دائم تکرار کنید تا به حدی برسد که بدون توجه خودآگاه خیلی خوب آن را انجام دهید. **بنیامین بلوم** (۱۹۸۶) این فرایند را «خودکار بودن» نامید و آن را این گونه توصیف کرد: «توانایی انجام یک مهارت به صورت ناخودآگاه با سرعت و درستی همزمان با انجام خودآگاه فعالیت‌های دیگر مغزی». او با بسیاری از اساتید زمینه‌های مختلف صحبت کرد و گزارش داد که همگی آنها حدود ۵۰ ساعت در هفته را به تمرین و تکرار کار خود اختصاص داده بودند تا آن مهارت را یاد بگیرند.

تمرین تشریحی

بعضی از چیزهایی که ما در مدارس آموزش می‌دهیم نیازمند این هستند که شاگردان ساعت‌ها آن را تکرار کنند تا آن را یاد بگیرند. مثال‌های آن، خواندن (رمزگشایی)، نوشتن، کارهای کلاسی و مسائل اوّلیهٔ ریاضی است. بیشتر مواد درسی استاندارد در

شاخهٔ حافظهٔ معنایی قرار می‌گیرند که در آن، تکرار روش تمرین مؤثری نیست. تمرین و تکرار مداوم معنای یک واژه در فرهنگ لغت (که به آن حفظ کردن می‌گویند) ممکن است به شاگردان توانایی نوشتن معنای درست واژه را بدهد (البته اگر کسی قبل از امتحان با آنان صحبت نکند)، امّا همان‌طور که هر آموزگاری می‌داند، ممکن است یک هفتهٔ بعد به ندرت به یاد آورده شود یا معنایی نداشته باشد. همین مسأله در مورد درک یک رویداد در درس تاریخ یا الگوریتم ریاضی یا فرمولی در شیمی نیز صدق می‌کند. برای این نوع یادگیری، روش‌های تمرین تشریحی بسیار مؤثرتر هستند.

تمرین تشریحی یک شاخهٔ وسیع است و روش‌های زیادی را در برمی‌گیرد. این روش‌ها دانش‌آموز را تشویق می‌کند تا اطلاعات را به نحوی تشریح کنند که فهم و یادسپاری آن را تقویت می‌کند. روش‌های تشریحی معمولاً به دلیل معنادارتر کردن یا مربوط کردن اطلاعات به دانش‌آموز، حافظه را تقویت می‌کنند. چرا تمرین تشریحی برای این نوع از داده‌ها مؤثرتر است؟ اگر به تحقیقات انجام شده روی فراموشی و نحوهٔ پردازش اطلاعات توسط مغز نگاهی بیندازیم، دلیل آن را خواهیم فهمید.

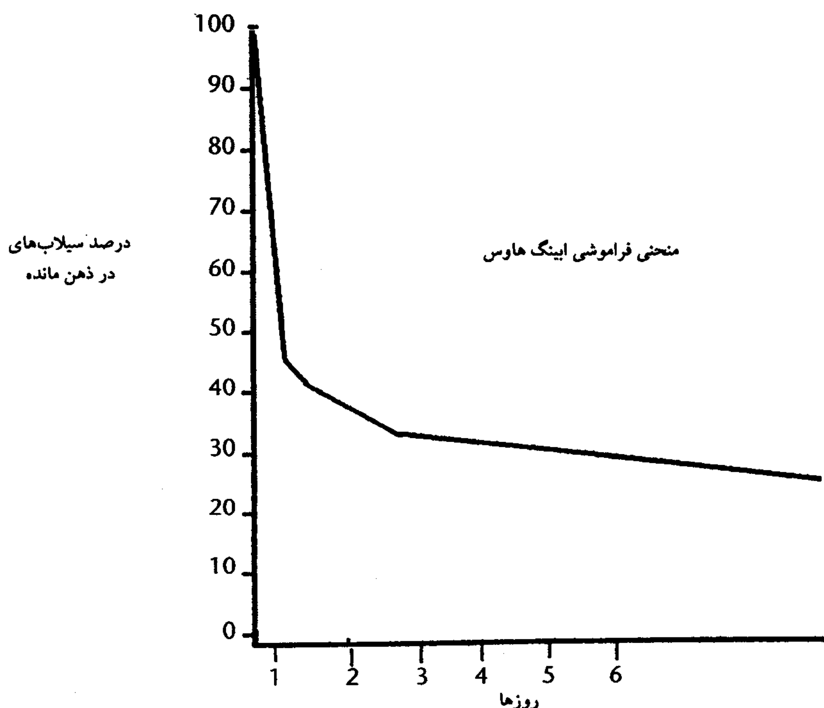
معنا و یادسپاری

مغز پیوسته در حال بررسی جهان خارج است تا از بمباران مداوم محرک‌های ورودی به بدن سر در بیاورد. **وقتی به یاد می‌آوریم که هدف اصلی مغز بقای افراد و انواع جانداران است**، این ویژگی اصلی مغز انسان قابل درک است. اگر مغز هر محرکی را مهم فرض می‌کرد، مغز ما تا حدی لبریز از اطلاعات می‌شد که دیگر نمی‌توانستیم برای بقای خود تصمیمات ضروری بگیریم. خوش‌بختانه مغز تمامی محرک‌های حسی ورودی را غربال می‌کند و آنهایی را که مرتبط‌تر یا معنادارتر هستند، انتخاب می‌کند. تعیین این که چه چیزی معنادار است و چه چیزی نیست توسط مغز، نه تنها در فرایندهای درکی اوّلیه منعکس می‌شود بلکه در پردازش خودآگاه اطلاعات نیز نمود دارد. به خاطر داشته باشید که شبکه‌های ارتباطی بهترین توصیف برای مکانیزم‌های

ذخیرهٔ اطلاعات مغز هستند. این شبکه‌ها در طول زندگی ما توسط تجربیاتی که داشته‌ایم شکل می‌گیرند. اطلاعاتی که با یک شبکهٔ موجود تطابق دارد یا به آن چیزی می‌افزاید، شانس بیشتری برای ذخیره شدن در مغز دارد.

وقتی اطلاعاتی هیچ معنایی نداشته باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ **هرمان ابینگ هاوس** اوّلین تحقیقات روی حافظه را در سال ۱۸۸۵ به انجام رسانید. او فهرست‌های بلندی از هجاهای بی‌معنا (زک، دوف، فوخ و ...) را تهیه کرده و بعد آنها را حفظ کرد.

تصویر ۲ـ۶
منحنی فراموشی



هدف او از استفاده از هجاهای بی‌معنی این بود که هر گونه اثری که ممکن بود تجربهٔ شخصی‌اش روی توانایی او برای یادآوری سیلاب‌ها داشته باشد را از بین ببرد. او فهرستی از هجاها را از حفظ می‌کرد تا حدی که بتواند آنها را دوبار در یک ردیف بگوید. سپس او حافظهٔ خود را در طول چند روز آزمایش می‌کرد. اندازه‌گیری او برای فراموشی همان زمانی بود که نیاز داشت تا فهرست را دوباره یاد بگیرد؛ به نحوی که بدون هیچ اشتباهی آنها را دوباره به یاد بیاورد. این روش یک منحنی قابل پیش‌بینی را به وجود آورد که در تصویر ۲ ـ ۶ نشان داده شده است.

منحنی ابینگ هاوس نشان می‌دهد که وقتی مطالب هیچ ارتباطی با معنای قبلی نداشته باشند، چه اتفاقی برای یادسپاری آنها می‌افتد (اورنستاین، ۱۹۹۸).

ما در تلاش خود برای کمک به دانش‌آموزان جهت ذخیرهٔ اطلاعات و تقویت مهارت آنان برای یادآوری اطلاعات، باید مطمئن شویم که آنچه درس می‌دهیم برای ذهن شاگردان معنادار است. ما باید حتماً از تمایل طبیعی مغز برای توجه به چیزهایی که معنادار است سود ببریم.

ایجاد معنا با استفاده از ارتباطات

یکی از مؤثرترین راه‌های معنادار کردن اطلاعات این است که مفهوم جدید را با مفهوم شناخته شده‌ای مرتبط یا مقایسه کنیم؛ یعنی، مطلب ناآشنا را به چیزی آشنا متصل کنیم. این کار اغلب از طریق قیاس، تشبیه و بعضی مواقع استعاره انجام می‌شود. آموزگاری که تلاش می‌کند تا مفهوم خطوط موازی را به دانش‌آموزان توضیح دهد ممکن است به آنها بگوید که خطوط موازی را همه جا می‌بینند (در ریل‌های راه‌آهن، کناره‌های یک ورق کاغذ یا درها و پنجره‌ها). با این کار، آموزگار در ذهن شاگردان ارتباطی بین یک مفهوم ریاضی بیگانه و چیزی که آنها می‌شناسند به وجود می‌آورد. با استفاده از همین روش، شما می‌توانید توضیح دهید که چگونه تکه کردن اطلاعات ظرفیت حافظهٔ فعال را افزایش می‌دهد؛ مثلاً می‌توانید کیفی را نشان دهید که هفت سکه جا دارد و می‌توانید

هفت سکهٔ یک تومانی، ده تومانی یا بیست و پنج تومانی را در آن بگذارید.

اگر می‌خواهید به شاگردان توضیح دهید که چرا مغز، اطلاعات را به صورت شبکه‌ها سازماندهی می‌کند، از آنها بخواهید تا به این موضوع فکر کنند که اگر در کتابخانه‌ای به دنبال کتاب بگردند که در آن کتابخانه کتاب‌ها به طور تصادفی کنار هم گذاشته شده‌اند، چه وضعیتی پیدا خواهند کرد. از آنها بخواهید تا تخمین بزنند چه مدت زمانی طول می‌کشد تا کتابی را که می‌خواهند، پیدا کنند. همین مسأله در مورد مغز انسان نیز صدق می‌کند؛ به عبارتی، اگر اطلاعات در شبکه‌ها به صورت دسته‌بندی ذخیره نشده بودند، به یاد آوردن اطلاعات تا ابد طول می‌کشید. اگر دانش‌آموزان برای اوّلین بار بدن ماهی را مطالعه می‌کنند و قبلاً کار شش را در پستانداران مطالعه کرده باشند و آموزگار به آنها گفته باشد که کار شش و آبشش بسیار شبیه به هم است، آن وقت شاگردان کار آبشش را خیلی راحت‌تر یاد می‌گیرند. مؤثرترین ارتباطات، یادگیری جدید را به آنچه که از لحاظ شخصی مرتبط با دانش‌آموز است، مرتبط می‌سازند. به همین دلیل است که آموزگاران برای یاددادن مفهوم درصد به دانش‌آموزان از مثال‌هایی نظیر برد و باخت تیم‌های فوتبال استفاده می‌کنند.

استفاده از ارتباطات برای مطالبی که معنای کمتری دارند

بعضی چیزها هستند که معنای ذاتی کمی دارند، امّا باید در دسترس دانش‌آموزان باشند. وقتی ایجاد معنا یا ارتباط مشکل باشد (مانند یادآوری حروف الفبا یا مراحل تقسیم سلولی)، آنگاه استفاده از یک عبارت تقویت کنندهٔ حافظه، روش تشریحی مؤثر دیگری است. سرواژه‌ها (واژه‌هایی که از ترکیب حروف اوّل واژه‌های یک گروه اسمی ساخته می‌شوند مانند هما که از حروف اوّل «هواپیمایی ملّی ایران») و کلماتی که از کنار هم گذاشتن حرف اوّل یا آخر هر بیت یک شعر ساخته می‌شوند، فهرستی از موارد را با یک واژه یا جملهٔ شناخته شده مرتبط می‌سازند و بنابراین، یادآوری آنان را بسیار آسانتر می‌کنند؛ مثلاً، هر کس که قرآن خواندن بلد باشد می‌داند که در «حروف یرملون» باید

ادغام کند (یرملون عبارت است از ی ـ ر ـ م ـ ل ـ و ـ ن که به شکل یک کلمه در آمده است و حفظ کردن آن بسیار راحت است). ما در بخش سوم به مثال‌های دیگری از عبارات تقویت کنندهٔ حافظه نگاهی خواهیم داشت.

هیجان و یادسپاری

در فصل ۵ دیدیم که هیجان این حقیقت را که «مغز به صورت اوّلیه به اطلاعات توجه می‌کند» تحت تأثیر زیادی قرار می‌دهد. مسیر کوتاه بین تالاموس و آمیگدالا اثبات می‌کند که ما به اطلاعاتی که با هیجان مرتبط باشد، سریع واکنش نشان می‌دهیم؛ امّا این تنها نتیجهٔ مواجه شدن با موقعیت‌های خطرناک یا مهیج نیست. علاوه بر عکس‌العمل رفتاری، حادثهٔ مهیج نیز به صورت خیلی روشن در ذهن باقی می‌ماند و به حافظهٔ تقویت شده منجر می‌شود. تجربه ثابت می‌کند که ما وقایعی را که هیجان ما را برمی‌انگیزند بیشتر به یاد داریم. این مطلب در تحقیقات بسیاری نیز ثابت شده است (لدوکس، ۱۹۹۶). برای فهمیدن علت آن باید به ماهیت عصبی شیمیایی پاسخ تنشی نگاهی داشته باشیم.

پاسخ تنشی (جنگ یا گریز)

زنجیرهٔ شیمیایی پاسخ تنشی با درک یک واقعهٔ مرتبط با هیجان آغاز می‌گردد. محافظ روان‌شناختی بدن، آمیگدالا، از طریق هیپوتالاموس پیغامی می‌فرستد که تمامی بدن را درگیر می‌کند و بدن را برای شرایط آن موقعیت آماده می‌سازد. هورمون‌های زیادی در انجام این پاسخ‌های بدنی که عموماً پاسخ تنشی نامیده می‌شوند درگیر هستند، امّا سه‌تای آنها نقش اصلی را بازی می‌کنند. هورمون‌های اوّل اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین هستند (این دو هورمون به آدرنالین نیز معروفند) که در فصل قبل در مورد آنها مطالبی خواندیم. اگر چه این دو ماده گاهی به عنوان پیام‌رسان‌های مغز عمل می‌کنند، امّا در جریان خون نیز به عنوان هورمون گردش می‌کنند. آنها در مغز در عرض چند ثانیه عمل

می‌کنند تا پاسخ تنشی را به حرکت درآورند؛ در نتیجه، سیستم‌های غدد درون‌ریز، گردش خون و عضلات مخصوص هضم غذا را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

در طول پاسخ تنشی، ضربان قلب تندتر می‌شود، فشار خون بالا می‌رود، حواس هوشیارتر و عضلات منقبض می‌شوند، کف دست‌ها عرق می‌کند و عناصر انعقاد خون در جریان خون افزایش می‌یابند و تمامی مراکز حرکتی به حرکت درمی‌آیند. سیستم‌های حافظهٔ قشر مغز به طور همزمان هر نوع دانش مرتبط با این موقعیت ضروری را بازخوانی کرده و در دسترس قرار می‌دهند تا از رشته‌های فکری دیگر پیشی گیرند. اضطراب و تنش تمامی سیستم‌ها را تقویت نمی‌کند بلکه در حقیقت بعضی از آنها را نیز از کار می‌اندازد. در طول پاسخ تنشی، سیستم‌های هضم غذا و ایمنی متوقف می‌شوند؛ زیرا در آن لحظه ضروری نیستند. اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین در عرض چند ثانیه عمل می‌کنند، امّا هورمون سومی نیز به نام کورتیزول وجود دارد که در غدد کلیوی تولید می‌شود و فعالیت پاسخ تنشی را برای دقیقه‌ها یا ساعت‌ها پشتیبانی می‌کند. کورتیزول همان‌طور که بعد خواهیم دید می‌تواند اثرات منفی نیز داشته باشد. امّا ابتدا به اثرات مثبت این هورمون‌ها می‌پردازیم.

پاسخ تنشی و حافظه

این سیستم پاسخگویی بدون شک برای حیات ضروری است؛ چون می‌تواند زندگی شما را نجات دهد. امّا این سیستم چه ربطی به حافظه دارد؟ سیستم عصبی شیمیایی، بدن را برای مواقع اضطراری آماده می‌کند و همچنین این لحظه را به روشنی در حافظه ثبت می‌کند. عصب‌شناسان این پدیده را این گونه توضیح می‌دهند: اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین که جهت فعال‌سازی پاسخ‌های خودکار که صحبت آنها را کردیم در غدد کلیوی تولید می‌شوند به لُب گیجگاهی مغز برمی‌گردند. فعالیت این هورمون‌ها در این منطقه حافظه را برای حادثه‌ای که پاسخ تنشی را فعال کرده، تقویت می‌کند. مطالعات جیم مک گاج و همکارانش در دانشگاه کالیفرنیا نشان داد که تزریق اپی‌نفرین به

موش‌هایی که چیزی را چند لحظه قبل یاد گرفته بودند، حافظهٔ یادگیری آنان را تقویت نمود (لدوکس، ۱۹۹۶). محقق دیگری در دانشگاه کالیفرنیا به نام **لوی کاهیل** با استفاده از اپی‌نفرین ـ با کمی اختلاف امّا با ایجاد تأثیری مشابه ـ نشان داده است که این هورمون همان تأثیر را در انسان‌ها دارد. افراد تحت شرایط خاص برای تصاویر هیجانی در مقابل تصاویر خنثی حافظه‌ای تقویت شده از خود نشان دادند. کاهیل درست پس از نشان دادن یک تصویر مهیج به افراد دارویی داد که جلوی اپی‌نفرین را می‌گیرد؛ در نتیجه، یادآوری تصاویر مهیج کاهش پیدا کرد و هم سطح یادآوری تصاویر خنثی شد (کاهیل، ۲۰۰۰). **ژوزف لدوکس** در کتابش به نام «مغز هیجانی» عبارات زیر را در مورد این نوع تحقیق بیان می‌کند:

این تحقیق نشان می‌دهد که اگر آدرنالین [اپی‌نفرین] در بعضی شرایط به طور طبیعی (از غدد کلیوی) آزاد شود، آن تجربه بسیار خوب به خاطر سپرده خواهد شد. از آن جا که تحریک هیجانی معمولاً به آزاد شدن آدرنالین منجر می‌شود، می‌توان انتظار داشت که خاطرهٔ خودآگاه واضح موقعیت‌های هیجانی قویتر از خاطرهٔ واضح موقعیت‌های غیرهیجانی باشد (۱۹۹۶، صفحهٔ ۲۰۶).

کاهیل (۲۰۰۰) معتقد است که اگر شما کاری بکنید که علاقه‌مندی هیجانی و انگیزهٔ دانش‌آموز را فعال کند به طور طبیعی این سیستم را درگیر خواهد کرد و به خاطراتی قویتر از آنچه که توجه را به خود جلب کرده منجر خواهد شد. او معتقد است که اگر چه محققان بیشتر این تحقیق را در زمینهٔ ترس انجام داده‌اند، امّا این مسأله برای حوادث هیجانی نیز صدق می‌کند؛ برای مثال، وقتی شما بفهمید که بلیط بخت‌آزمایی را برده‌اید این مکانیزم همان‌قدر فعال می‌شود که از انفجار سفینهٔ فضایی چلنجر باخبر شدید. با این وجود، هر چه تحریک بیشتر باشد، تأثیر آن نیز بیشتر است. تقریباً مثل این است که مغز، دو سیستم حافظه داشته باشد:

یکی برای حقایق معمولی و یکی برای حقایقی که بار هیجانی دارند.

افزودن یک قلّاب هیجانی به یادگیری

آموزگاران باید قدرت هیجان را در افزایش یادسپاری بفهمند و کارهای کلاسی را طبق آن برنامه‌ریزی کنند. کارهایی نظیر شبیه‌سازی و اجرای نقش، اغلب بسیار فعال کننده هستند و نه تنها معنای مطلب بلکه ارتباطات هیجانی را قدرت می‌بخشند. آموزگارانی که از دانش‌آموزان خود می‌خواهند تا واقعه‌ای تاریخی را بازی کنند و یا با استفاده از هم‌کلاسی‌های خود یک معادلهٔ ریاضی درست کند، احتمال یادسپاری آن واقعه یا آن معادله را بیشتر می‌کنند. یک فعالیت ساده مثل بازی کردن نقش یک مشتری و درست کردن فضای یک بقالی در کلاس برای یاد دادن ارزش سکه و اسکناس و نیز فهماندن مفهوم بقیهٔ پول قطعاً به شبکهٔ هیجانی / انگیزشی محکمتر خواهد چسبید تا پر کردن یک برگه در مورد این موضوع.

حل کردن مشکلات زندگی واقعی راه دیگری است برای بالا بردن یادگیری هیجانی و انگیزشی؛ برای مثال، دانش‌آموزان یک منطقهٔ آموزشی از مسؤولان منطقه در مورد مشکلات می‌پرسند و بعد تلاش می‌کنند تا راه حل آن مشکلات را پیدا کرده و بعد آن را به مسؤولان ارائه کنند. آنها تا به حال جوایز زیادی برای راه حل‌هایشان دریافت کرده‌اند و من بعید می‌دانم که این تجربه را فراموش کنند. در یک تجربهٔ دیگر که به احتمال زیاد در حافظهٔ درازمدت شاگردان خواهد ماند این است که یک گروه از دانش‌آموزان راهنمایی روشی را برای صرفه‌جویی آب طراحی کردند و بعد از قانونگذار ایالتی خواستند تا برای آنها لایحه‌ای را پیش‌نویس کند و سپس خود تلاش کردند تا لایحه را در پایتخت ایالت به تصویب برسانند. آموزگاران با تجربه، بدون این که از اساس عصب‌شناسی تأثیر هیجان بر روی یادگیری اطلاعی داشته باشند، اغلب به طور ذاتی روش‌هایی را طراحی می‌کنند تا یادگیری دانش‌آموزان را معنادارتر و مهیج‌تر کنند. آنها این کار را از طریق دعوت از اولیای دانش‌آموزان به عنوان سخنران، بردن دانش‌آموزان به سفرهای علمی، برگزار کردن میزگرد نمایشی در مورد وقایع تاریخی یا وقایع کنونی، طراحی آزمایش‌هایی که دانش‌آموزان از طریق آن فرایند کشف کنند، وادار کردن

شاگردان به ساختن الگوها یا یادداشت‌برداری با استفاده از نقشه‌برداری ذهنی و فعالیت‌های بی‌شمار دیگر، انجام می‌دهند. به تجربه‌های شخصی خودتان از مدرسه فکر کنید: کدام یک در ذهنتان باقی مانده است؟ ممکن است بتوانید عناصر هیجانی تجربیاتی که بیشتر از بقیه به خاطر می‌آورید را در خاطر داشته باشید.

مضرّات هیجان

اگر شما در زندگی اضطرابی نداشته باشید، احتمالاً صبح از تخت بیرون نخواهید آمد و اگر در زندگی اضطراب فراوان داشته باشید، باز هم ممکن است صبح از تخت بیرون نیایید. مثل خیلی چیزها در زندگی، بیشتر بودن لزوماً بهتر بودن نیست، به ویژه در مورد پاسخ تنشی. توانایی ما برای تجربه و صحبت در مورد هیجانات خودمان یک ویژگی بی‌نظیر انسان است، امّا مشکلات خود را نیز دارد. پاسخ تنشی برای زندگی در غار طراحی شده بود، امّا ما دیگر در غار زندگی نمی‌کنیم. مغز کنونی انسان‌ها فرقی بین خطر فیزیکی واقعی و خطر روان‌شناسی نمی‌گذارد و برای هر دوی آنها همان زنجیرهٔ وقایع فیزیولوژیکی را به حرکت در می‌آورد. بالا رفتن فشار خون، رها شدن عوامل انعقاد خون در رگ‌ها و از کار افتادن سیستم ایمنی بدن در صورتی خوب است که شما با یک خرس روبه‌رو شوید. امّا اگر هنگام رانندگی کسی جلوی شما بپیچد، مفید نخواهد بود. پاسخ تنشی همراه با آزاد شدن کورتیزول و اپی‌نفرین طوری طراحی شده بود تا زمان نسبتاً کوتاهی طول بکشد تا شما از خرس فرار کنید یا لقمهٔ چرب و نرمی برای او باشید. امّا در زندگی امروزی، ما اغلب با صحبت در مورد یک حادثهٔ اضطراب‌آور، با زنده کردن آن و با نگرانی برای اتفاق افتادن مجدد آن، زمان پاسخ تنشی را طولانی‌تر می‌کنیم. ما تمایل داریم تا خودمان را در یک وضعیت جنگ و گریز طولانی و مدت‌دار همراه با عواقب منفی آن نگه داریم. تراکم بالای کورتیزول برای یک مدت طولانی می‌تواند باعث آسیب به هیپوکامپوس یا رکود شناختی شود. با ازدیاد اضطراب، سیستم ایمنی بدن متوقف می‌شود و خطر ابتلا به بیماری و سرعت بیماری را بالا می‌برد و رشد را متوقّف می‌کند

(ساپولسکی، ۱۹۹۴).

روشن است که دانش‌آموزان نیز مانند بزرگسالان از همین اختلالات مرتبط با اضطراب رنج می‌برند، امّا یک شاگرد در کلاس درس یک موضوع تنش‌زای کم‌اهمیت را تهدید تلقی می‌کند؛ در نتیجه، پاسخ تنشی به وجود می‌آید و توانایی فعالیت شاگرد کم می‌شود. خود شما به راحتی مواقعی را به خاطر می‌آورید که همین اتفاقات در آن افتاده است: اذیّت بچه‌های بزرگتر و قویتر، مسخره شدن، شرکت در آزمون‌های زمان‌بندی شده، درس جواب دادن بدون این‌که درس را خوانده باشید یا ترس کلّی از مردود شدن. تحت این شرایط، هیجان روی شناخت تسلط دارد و قشر مغزی متفکر و منطقی کم تأثیرتر است.

(آیا تا به حال به شما اهانتی شده است که قادر نباشید تا روز بعد راه چاره‌ای برای آن پیدا کنید؟)

هیجان شمشیر دو لبه‌ای است که می‌تواند یادگیری را تقویت یا متوقف کند. آموزگاران باید زیربنای زیست‌شناختی هیجان را بفهمند تا محیطی مهیج با هیجانی سالم برای مدرسه به وجود آورند تا یادگیری مفید و مؤثر را بیشتر کند.

تمرین

۱ـ با استفاده از نمودار پردازش اطلاعات به یک همکار خود تفاوت‌های اصلی بین حافظهٔ فعال و حافظهٔ حسی را توضیح دهید.

۲ـ بدون نگاه کردن به کتاب، یک بند (پاراگراف) در مورد تفاوت بین تمرین تشریحی و تکراری بنویسید و مثال‌هایی از استفادهٔ مناسب از هر کدام در کلاس درس بزنید.

۳ـ اگر کتاب را به عنوان مطالعهٔ گروهی می‌خوانید، از اعضای گروه، بخواهید تا یک موضوع یا درسی که معمولاً به روش سنتی درس می‌دهند را انتخاب کنند. روشی طراحی کنید تا آن را برای شاگردان معنادارتر کند. این طرح درس‌ها را به گروه نیز بدهید.

۴ـ درسی طراحی کنید تا به دانش‌آموزان خود در مورد ماهیت هیجانی مغز و این که چرا هیجان می‌تواند یک شمشیر دو لبه باشد، چیزهایی بیاموزید.

فصل هفتم

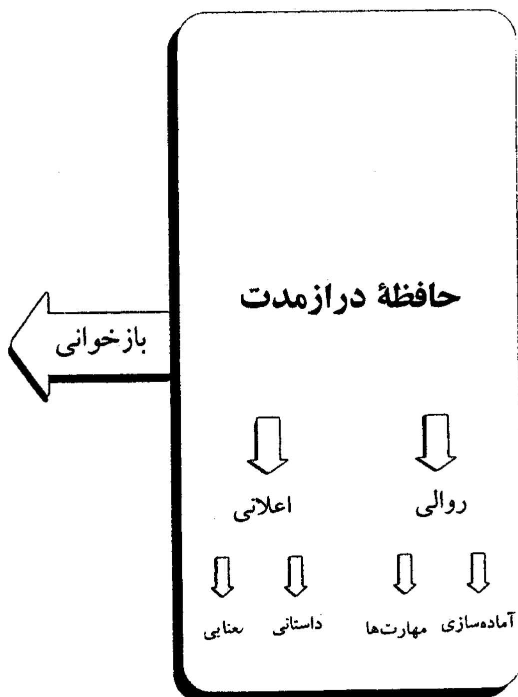
حافظهٔ درازمدت: سیستم ذخیرهٔ اطلاعات مغز

شما بوی یک مادهٔ ضد عفونی خاص را می‌شنوید و خاطرهٔ بودن در بیمارستان به خودآگاه شما سرازیر می‌شود حتی اگر سال‌ها به آن فکر نکرده باشید. بعد از تعطیلات تابستان و برگشتن به دبیرستان، دیدن یک همکلاسی قبلی خاطره‌ای را به ذهن شما می‌آورد که حتی از وجود آن خبر نداشتید. در یک مهمانی مردم شروع به خواندن آوازهایی از ۴۰ سال پیش می‌کنند و شما بیشتر کلمات آوازهایی که ۳۰ سال است نخوانده‌اید را به یاد می‌آورید. سال‌هاست که سوار دوچرخه نشده‌اید، امّا وقتی پسر برادرتان از شما می‌پرسد که دوچرخه‌سواری بلدید، روی دوچرخه می‌پرید و خیلی زود به او نشان می‌دهید چگونه باید تک چرخ بزنند. از خود می‌پرسید، «چه طور ممکن است؟» شما باید از حافظهٔ درازمدت خود ممنون باشید که می‌توانید این خاطرات را پس از دقایقی یا سال‌ها به خاطر آورید. بدون حافظهٔ درازمدت شما نمی‌توانید چیزی بیاموزید یا از تجاربتان بهره‌مند شوید؛ درواقع، زندگی یک اتفاق لحظه به لحظه می‌شد ـ درست مثل همان کسی که داستانش را در فصل ۲ خواندیم.

حافظهٔ درازمدت، آخرین بخش از الگوی پردازش اطلاعات، در واقع نقش

چشمگیری در توانایی ما برای یادآوری دارد. وقتی حافظهٔ درازمدت را با حافظهٔ کوتاه‌مدت یا حافظهٔ فعال (که هر دوی آنها نسبتاً کوتاه‌مدت هستند) مقایسه می‌کنیم، می‌بینیم که تنها تفاوت آنها همان معنای آن است؛ یعنی، درازمدت بودن. اطلاعات ذخیره شده در حافظهٔ درازمدت نسبتاً دائمی است، امّا همیشه درست نیست. ظرفیت حافظهٔ درازمدت ما نامشخص است، امّا بسیار زیاد به نظر می‌رسد. بعضی‌ها تخمین می‌زنند که ظرفیت آن یک میلیون میلیارد ارتباط باشد. در این فصل، ما نگاهی خواهیم

تصویر ۱-۷
حافظهٔ درازمدت



داشت به فرایندهایی که به مغز ما امکان می‌دهند تا اطلاعات را در گذر زمان ذخیره و بازخوانی کنند و عواملی که قدرت این حافظه را متأثر می‌سازند. این سفری جالب خواهد بود به اعماق ناخودآگاه حافظهٔ انسان و سفری که نمودهایی مفید برای آموزش و یادگیری دارد.

انواع ذخیرهٔ اطلاعات

تصویر ۱ـ۷ چندین شاخه از مربع «حافظهٔ درازمدت» را نشان می‌دهد. ما اغلب می‌پنداریم که حافظه تنها یک فرایند است، امّا ذخیرهٔ حافظه در واقع بیش از یک نوع فرایند است. سال‌ها پیش در سال ۱۹۱۱، فیلسوف فرانسوی به نام **هنری برگسون** گفت که گذشتهٔ ما به دو شکل اساسی و مختلف خودآگاه و ناخودآگاه باقی می‌ماند (شاکتر، ۱۹۹۶). دانشمندان معمولاً این دو شکل (و زیرشاخه‌هایشان) را «روالی» و «اعلانی» می‌نامند. همان گونه که خواهیم دید، این دو شکل از حافظه در سیستم‌های عصبی مختلفی قرار گرفته‌اند.

حافظهٔ روالی ـ مهارت‌ها و آماده‌سازی

حافظهٔ روالی دانستن **چگونه** است در مقابل دانستن **چه** و گاهی اوقات، «غیراعلانی» نامیده می‌شود. برای این که اطلاعات ذخیره شود لازم نیست چیزی را اعلان کنید و شاید قادر نباشید در مورد کاری که می‌کنید چیزی بگویید. نوع اوّل حافظهٔ روالی، توانایی شماست برای ذخیره کردن فرایندهای خودکار برای کارهای تکراری. می‌توان گفت که این فرایندها مهارت هستند؛ یعنی، نحوهٔ انجام کاری. این کارها ممکن است فرایندهای ساده‌ای باشند (مانند راه رفتن، مسواک زدن، بستن بند کفش) یا ممکن است پیچیده‌تر باشند (مانند رانندگی یا رمزگشایی کلمات). تمامی این فرایندها به طور مشترک ماهیت خودکار دارند. ما این کارها را پس از مقدار زیادی تکرار و تمرین بدون فکر کردن خودآگاه انجام می‌دهیم. روان‌شناسی شناختی معروف، جروم برونر، حافظهٔ

روالی را یک حافظهٔ بدون بایگانی خواند (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰). فرایندهای خودکار یک نوع اتصال محرک پاسخ ناخودآگاه را شکل می‌دهند؛ به عبارتی، وقتی ما یک مهارت یا یک عادت در این سطح داریم، مشکل می‌توانیم به آن دسترسی پیدا کنیم مگر این که آن را انجام دهیم. تصور کنید چگونه می‌شود به یک نفر بستن بند یک کفش، چرخاندن چوب گلف یا نوشتن یک کلمه را بدون اجرای عملیِ آن یاد داد. ما نمی‌دانیم این فرایند را چگونه انجام می‌دهیم. اجزای مختلف آن یا قوانین عملکرد آن تقریباً برای خودآگاه ما غیر قابل دسترسی است.

بیشتر مهارت‌هایی که در مورد آنها صحبت کردیم نیازمند فعالیت حرکتی هستند، امّا بعضی از انواع رفتارهای مهارتی بر اساس حرکات یاد گرفته شده، نیستند. یک مثال برای مهارت غیر حرکتی، خواندن است؛ اوّل که شما خواندن یاد می‌گیرید چشمان شما به آرامی از یک واژه به واژه‌ای دیگر حرکت می‌کند، امّا با تمرین، چشمانتان بسیار سریعتر حرکت می‌کند. خوانندگان حرفه‌ای چشمانشان را حدود چهار بار در ثانیه حرکت می‌دهند و معنای بیش از ۳۰۰ واژه را در دقیقه می‌فهمند (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰).

نوع دوم حافظهٔ روالی موسوم به آماده‌سازی است. آماده‌سازی نیازمند متأثر شدن از یک تجربهٔ قبلی است بدون آگاهی از یادآوری خودآگاه آن تجربه؛ به عبارتی، آماده‌سازی مانند یادگیری مهارت که در بخش قبلی گفتیم است. در هیچ کدام از آنها شما به طور خودآگاه از آنچه که می‌کنید، آگاه نیستید. به همین دلیل است که مهارت‌ها و آماده‌سازی گاهی هر دو حافظهٔ تلویحی نامیده می‌شوند در حالی که شکل دیگر آن «یادآوری خود آگاه» یا «حافظهٔ واضح» نامیده می‌شود (شاکتر، ۱۹۹۶).

در آزمایش‌های آماده‌سازی، محققان فهرستی از واژه‌ها را به افراد می‌دهند و ساعت‌ها یا روزها بعد، فهرست دیگری نشان می‌دهند و می‌پرسند که آیا هیچ کدام از واژه‌ها را قبلاً دیده‌اند. در شکل دوم آزمایش محققان ابتدای یک واژه از فهرست را به افراد می‌دهند (غا ـ برای غایب و در ـ برای درآمد) و از آنها می‌خواهند تا واژه را کامل

کنند. افراد این بار در عمل تکمیل واژه‌ها (حافظهٔ غیر اعلانی یا تلویحی) بسیار بهتر عمل کردند تا آزمایشی که در آن مجبور بودند تشخیص دهند که واژه را قبلاً دیده‌اند یا نه (حافظهٔ اعلانی یا واضح). شاید این گونه باشد که مدتی پس از دیدن یک واژه، فعالیت عصبی کمتری برای پردازش مجدد آن واژه نیاز باشد (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰). این مسأله در کسانی که دچار فراموشی شده‌اند دیده شده است. این افراد می‌توانند مهارت‌های روالی جدید را یاد بگیرند، امّا اصلاً یادگرفتن آن را به خاطر نمی‌آورند. به همین دلیل است که شخصی که در فصل دوم صحبتش را کردیم می‌تواند مهارت‌های حرکتی جدید خود را (مانند نوشتن از طریق آینه) بهبود دهد، امّا اصلاً انجام آن را در گذشته به خاطر نمی‌آورد (آمارال، ۲۰۰۰). این نوع آزمایش نشان می‌دهد که حافظهٔ ما می‌تواند تحت تأثیر تجاربی قرار گیرد که ما نمی‌توانیم به صورت خودآگاه آنها را به خاطر آوریم. به نظر می‌رسد که دیدن یا تجربه کردن چیزی در گذشته، توانایی ما را برای یادآوری بعدی آن آماده می‌سازد. حافظهٔ روالی، یادگیری مهارت یا آماده سازی، گواهی است بر این ادعا که فعالیت‌های ذهنی ناخودآگاه وجود دارند.

حافظهٔ اعلانی ـ یادآوری معنایی و بخشی

حافظهٔ اعلانی توانایی ماست برای ذخیره و یادآوری اطلاعاتی که می‌توانیم آن را اعلان کنیم (در مورد آن صحبت کنیم یا بنویسیم). حافظهٔ اعلانی برخلاف حافظهٔ روالی نیازمند پردازش خودآگاه است؛ یعنی تفکری است تا واکنشی. حافظهٔ اعلانی به جای یادآوری خودکار و ناخودآگاه نحوهٔ انجام کاری، به ما امکان می‌دهد تا به صورت خودآگاه چیزی را یادآوری و در مورد آن صحبت کنیم یا اتفاقی را که در گذشته افتاده یادآوری کرده و سپس توصیف کنیم. این کارکرد دوگانه منجر به این شده است که حافظهٔ اعلانی به دو زیر شاخه تقسیم شود؛ حافظهٔ معنایی و حافظهٔ بخشی.

حافظهٔ بخشی گاهی اوقات «حافظهٔ منبع» نیز نامیده می‌شود؛ چون نیازمند یادآوری این است که اطلاعات کجا و کی به دست آمده است. این به شما امکان می‌دهد تا یکی از

پیاده‌روی‌هایتان یا این که چه‌قدر معلم کلاس اوّل خود را دوست داشتید یا جشن تولد ۱۶ سالگی‌تان را به خاطر آورید. این بایگانی شما از صورت‌ها، موسیقی، حقایق و تجارب شخصی خودتان است؛ و به عبارتی، یک نوع «مرجع شخصی» است (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰). حافظهٔ بخشی به همان اندازه که بسیار مهم است (مثلاً این که به خاطر داشته باشید کجا ماشین خود را پارک کردید) گاهی اوقات می‌تواند مشکل‌ساز باشد. مغز اطلاعات را به صورت خطی ـ مانند ویدیو یا ضبط ـ ذخیره نمی‌کند، بلکه خاطرات را در مدارها یا شبکه‌های عصبی ذخیره می‌نماید. وقتی یک واقعه را به خاطر می‌آوریم در اصل داریم آن را بازسازی می‌کنیم. درست است که برخی وقایع آن‌قدر مهم یا هیجانی هستند تا به خاطر سپرده شوند، امّا جزئیات وقایع اغلب از ذهن ما می‌روند. کاری که مغز در این مورد می‌کند «پر کردن جزئیات» است. این فرایند را «ساخت مجدد» می‌نامند و همان بازسازی یک خاطره از قطعه‌ها و تکه‌های حقیقت است. وقتی ما داستان‌هایمان را بارها و بارها می‌گوییم، به آنها آب و تاب می‌دهیم، اضافه می‌کنیم و آنها را کمی دقیقتر می‌نماییم. در نتیجه، این بار داستان بازسازی شده است که به حافظهٔ ما می‌رود و تقریباً دیگر نمی‌توان آن را از آنچه که واقعاً اتفاق افتاده است تشخیص داد. اگر چه خاطرهٔ یک واقعه کاملاً روشن است، امّا جزئیات ممکن است نادرست باشند.

از طرف دیگر، حافظهٔ معنایی معمولاً دقیق و درست است. حافظهٔ معنایی شامل کلمات، سمبل آنها، قوانین کار کردن با آنها و معنایشان است. همچنین قوانین دستور زبان، فرمول‌های شیمی، قوانین ریاضی و دانش کلّی شما از دنیا را نیز شامل می‌شود. این حقایق معمولاً وابسته به یک زمان یا مکان مشخص نیستند. دانستن این که ۴۲ = ۷×۶ مثالی از حافظهٔ معنایی است، امّا این که به یاد آورید در چه کلاسی جدول ضرب را یاد گرفتید، نشانگر حافظهٔ بخشی است.

اساس سلولی حافظه

ما به تصویر بزرگ حافظه و انواع مختلف آن نگاهی داشتیم. با این وجود، باید به خاطر

داشته باشیم که زیربنای حافظهٔ ما (فرقی نمی‌کند چه نوع حافظه‌ای) تغییراتی در نورون‌ها و ارتباطات بین آنهاست که اساس فیزیولوژیکی ذخیره و بازخوانی اطلاعات را شکل می‌دهد. این مکانیزم‌های سلولی که به اطلاعات اجازه می‌دهند تا یک جهش حیاتی از حافظهٔ فعال به حافظهٔ درازمدت بکنند، چه هستند؟ **اندل تولوینگ**، کسی که در نظر بعضی، صاحبنظرترین فرد در نظریات شناختی حافظه است، این گونه می‌گوید:

من به عنوان یک دانشمند به این نتیجه ـ نه فرضیه ـ رسیده‌ام که باید تغییراتی فیزیکی ـ شیمیایی در بافت عصبی وجود داشته باشد که با ذخیرهٔ اطلاعات یا تحولات هستهٔ سلول، تغییراتی که شرایط ضروری برای یادآوری را شکل می‌دهند، مرتبط هستند (تولوینگ، به نقل از گازانیگا، ۱۹۹۷، صفحهٔ ۹۷).

مطالعهٔ حوادث مولکولی که زیربنای تشکیل حافظه را شکل می‌دهند، یکی از جالبترین زمینه‌های علم عصب‌شناسی است. مقدمهٔ فصل ۵، «قانون هب» را نام می‌برد. در دههٔ ۱۹۴۰، عصب‌شناس کانادایی به نام دونالد هب نظر داد که دو نورون در صورتی که به طور همزمان فعال باشند یا شلیک کنند، سیناپس بین آنها قوی خواهد شد. امروزه نظریهٔ او عموماً در زمینهٔ علم عصب‌شناسی مورد قبول است؛ امّا این که چگونه این اتفاق می‌افتد هنوز جای بحث دارد (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰). یک فرضیهٔ کنونی این است که سیناپس‌های نشانگر تجارب در طول یک دوره از زمان قوی یا مستعد می‌شوند. نام این پدیده، مستعد شدن درازمدت است. مستعد شدن درازمدت در آزمایشگاه و از طریق حیوانات به اثبات رسیده است و بیش از دو دهه، الگوی برتر اساس سلولی حافظه بوده است. تمامی عصب‌شناسان عقیده ندارند که این آزمایش‌ها به ضرورت، آنچه که در ذخیرهٔ اطلاعات اتفاق می‌افتد را منعکس می‌کنند، امّا بیشتر آنها معتقدند که این مسأله حداقل یکی از مهمترین مکانیزم‌هایی است که در تغییر استحکام سیناپسی بین نورون‌های شبکه‌های عصبی فعال است.

مستعد سازی درازمدت

چگونه ممکن است مستعدسازی درازمدت به حافظه منجر شود؟

ابتدا بیایید آنچه راکه ما از نحوهٔ امکان دیدن یا شنیدن توسط نورون‌ها می‌دانیم،مرور کنیم. ما می‌دانیم که تجربهٔ دیدن یک گُل زرد یا توپ آبی نتیجهٔ فعال شدن یک گروه خاص از نورون‌ها از قشر دیداری مغز است. اگر گروهی از نورون‌ها در قشر شنیداری مغز با هم شلیک کنند، به تجربهٔ یک آهنگ خاص یا یک نُت موسیقی منجر خواهد شد. یک خاطره مستلزم یک شلیک مشابه از نورون‌هاست، امّا پس از این که تحریکی که باعث شلیک نورون‌ها شده است از بین می‌رود، الگوی شلیک در یک مدار یا شبکهٔ عصبی به صورت کد باقی می‌ماند. شما می‌توانید تصویر گل یا توپ را به خاطر بیاورید و ملودی یک آهنگ را در سر خود بشنوید. این مسأله عملی است؛ زیرا، وقتی دو یا چند نورون در یک زمان فعال هستند، آنها حساستر می‌شوند؛ یعنی، احتمال شلیک آنها برای بار دوم بیشتر می‌شود. هر چه الگوی نورون‌ها بیشتر فعال شود، سیناپس نیز مؤثرتر خواهد شد. این تأثیر افزایش یافتهٔ سیناپس‌ها همان چیزی است که دانشمندان آن را مستعدسازی درازمدت می‌نامند. محققان وجود مستعدسازی درازمدت را در چندین بخش از هیپوکامپوس و ساختارهای اطراف لب گیجگاهی میانی به اثبات رسانده‌اند و این همان چیزی است که خواهیم دید برای شکل‌گیری و ذخیرهٔ اطلاعات ضروری است.

مدارکی وجود دارد که موادّ شیمیایی رها شده در سیناپس که به مستعدسازی درازمدت منجر می‌شوند ممکن است به اصلاح پروتئین‌ها، ساخت پروتئین‌های جدید (درگیر در حافظه) و تغییراتی در شکل ژن‌ها منجر شوند (آمارال و سولتز، ۱۹۹۷).

رشد سیناپس‌ها

در دهۂ ۱۹۶۰، **ماریان دایموند**، **مارک روز نزویگ** و همکاران آنها در دانشگاه کالیفرنیا ثابت کردند که تغییرات زیاد در ساختار مغز می‌تواند توسط محیط یک حیوان

به وجود آید (دایموند ۱۹۸۸). مدتی بعد، ویلیام گرینوگ در دانشگاه ایلینویز تحقیق روی محیط‌های «غنی شده» را گسترش داد. در هر دوی این مطالعات غنی‌سازی برای موش‌ها از طریق قرار دادن یک مجموعه از موش‌ها در یک قفس پر از اسباب‌بازی که هر چند روز یک بار عوض می‌شدند، انجام گرفت. موش‌هایی که در محیط غنی شده رشد کرده بودند رشدی در ضخامت و وزن مغزشان نشان دادند؛ چون، نورون‌های قشری بزرگتر، شاخه‌های دندریت سنگین‌تر و سیناپس‌های بزرگتری داشتند. در نورون قشر دیداری بعضی از این موش‌ها تا حدود ۲۰ درصد سیناپس بیشتر دیده شد. این تغییرات ساختاری در مغز موش‌ها منجر به این شد که آنها بهتر بتوانند مارپیچ‌های مشکل را طی کنند. [دایموند گزارش می‌دهد: موش‌هایی که از محیط طبیعی گرفته شده بودند رشد دندریتی بیشتر ـ و قشرهای سنگین‌تر ـ از موش‌های محیط غنی شده داشتند (دایموند، ارتباط شخصی، ژوئیه ۲۰۰۰).]

قبل از این که راز چگونگی ذخیرهٔ تجارب سطح سلولی پیدا شود چیزهای زیادی هست که باید بدانیم. فرایندها هر چه که باشند، این حقیقت وجود دارد که وقتی ما چیزی یاد می‌گیریم، تغییرات شگفت‌آوری در ارتباطات عصبی مغزمان به وجود می‌آید و روش‌هایی که ما استفاده می‌کنیم تا تجارب یادگیری را برای دانش‌آموزانمان بسازیم، قدرت و طول آن تغییرات را متأثر می‌سازند.

خاطرات چگونه ذخیره می‌شوند؟

فرض کنید که از شما بخواهند تا یک واقعه در زندگیتان را به خاطر بیاورید ـ مثل جشن فارغ التحصیلی یا جشن تولد. به احتمال زیاد، شما قادر خواهید بود تا جنبه‌های زیادی از آن تجربه را به خاطر بیاورید؛ مانند: کسانی که آن جا بودند، غذایی که خوردید، اتاقی که در آن بودید، صدای کسانی که «تولدت مبارک» را می‌خواندند و شاید بعضی از هدیه‌هایی که گرفتید. احتمالاً این خاطره به شکل کاملی به ذهن شما آمد، به نحوی که به نظر می‌رسد این خاطرهٔ خاص باید در محلّ ویژه‌ای در مغز شما ذخیره شده باشد و در

صورت تمایلِ شما آمادهٔ بازخوانی کامل باشد. امّا در واقع هیچ داستان یا تصویر کاملی در هیچ کجای مغز شما ذخیره نشده است و شما مجبورید تا هر بار این خاطرات را بازسازی کنید. اگر چه ممکن است این کار به نظر شما بی‌فایده و حتی غیر مستدل باشد، امّا این فرایند که ما از طریق آن تجارب را رمزنویسی می‌کنیم و بعد آنها را به یاد می‌آوریم، بسیار منطقی است.

رونالد کوتولاک در کتابش به نام «درون مغز» از تشبیه غذا خوردن برای نشان دادن رمزنویسی و ذخیرهٔ اطلاعات استفاده می‌کند.

مغز، جهان خارج را به صورت تکه و لقمه از طریق سیستم حسی خود ـ یعنی بینایی، شنوایی، بویایی، لامسه و چشایی ـ می‌بلعد. سپس دنیای هضم شده به صورت میلیاردها ارتباط بین سلول‌های عصبی کنار هم می‌آیند و بسته به مقوی بودن غذا همواره در حال رشد یا مرگ هستند و قویتر و ضعیف‌تر می‌شوند (کوتولاک، ۱۹۹۶، صفحهٔ ۴).

اگر شما با دقت به این مسأله فکر کنید، این فرایند مؤثر است. تجربه‌های ما به قطعاتی تبدیل شده و در شبکه‌های مخصوصی از سلول‌ها ذخیره می‌شوند. سلول‌های مغزی مشترک بارها و بارها برای یادآوری رنگ‌ها، بوها و خط‌های مشابه استفاده می‌شوند؛ برای مثال، سلول‌های قشر دیداری که به ما امکان درک رنگ قرمز را می‌دهند برای دیدن یک گل قرمز، قلب قرمز، قرمزی غروب آفتاب یا یک لباس قرمز نیز استفاده می‌شوند. این مسأله در مورد قشر شنیداری و دیگر مناطق حسی نیز صدق می‌کند. دانش ما بر اساس تکه‌ها و قطعاتی از جنبه‌های یک چیز ساخته می‌شود؛ مثل شکل، رنگ، مزه و حرکت آن. امّا این جنبه‌ها در یک جا قرار نگرفته‌اند، هیچ مرکز حافظه‌ای در مغز وجود ندارد که تمامی یک واقعه را یک جا در خود جا دهد.

خاطرات چگونه یادآوری می‌شوند؟

اگر خاطرات در محل‌های خاصی در مغز ذخیره نمی‌شوند، پس ما چگونه آنها را

بازخوانی می‌کنیم؟ توانایی ما برای یادآوری یک فرایند، بازسازی یا فعال‌سازی مجدد آن است. همان‌طور که دیدید، عناصر مختلف یک تجربهٔ قبلی در سرتاسر مغز قرار می‌گیرند؛ در قشر دیداری، قشر شنوایی و مناطق دیگر. استاد و مدیر گروه عصب‌شناسی دانشکدهٔ پزشکی دانشگاه یوا (Iowa) یادآوری را این گونه توصیف می‌کند که یادآوری، فعال‌سازی همزمان تمامی این مناطق مجزاست که یک تجربهٔ کامل را به وجود می‌آورد. شما برای بازسازی تمامی یک واقعه، به تمامی قطعات نیاز ندارید بلکه عناصر اصلی کافی است. تصویر سگ را در فصل ۵ (تصویر ۳ ـ ۵) به یاد آورید. تصویر سگ واضح نیست، امّا شما برای بازسازی کلّ تصویر سگ به تمامی اجزای آن نیاز ندارید بلکه عناصر اصلی کافی هستند. وقتی توده‌ای اصلی از نورون‌های حسی فعال می‌شود، خود مغز قسمت‌های خالی را پر می‌کند تا تصویر را کامل کند. با این وجود، به خاطر داشته باشید که تصویر سگ باید قبلاً در ذهن شما ذخیره شده باشد تا بتوان آن را بازخوانی کرد؛ یعنی، اگر قبلاً سگ ندیده باشید احتمالاً نمی‌توانید جاهای خالی تصویر سگ را پر کنید.

همین مسأله هنگام یادآوری یک واقعه نیز صدق می‌کند. بسته به یادآور یا نشانهٔ آن واقعه، تنها بخش‌های مشخصی از کلّ خاطره فعال می‌شوند. اگر این نشانه ضعیف یا نامشخص باشد، آنچه که دوباره فعال می‌شود ممکن است با خاطرهٔ اصلی تفاوت کند یا حتی متعلق به یک بخشی دیگر باشد. به همین دلیل است که جزئیات حافظهٔ بخشی اغلب مبهم یا حتی کاملاً نادرست هستند و به همین دلیل است که شاهدان وقایع عموماً غیر قابل اعتماد هستند. محققان حافظه، **الیزابت و جفری لافتس** به خاطر مطالعاتی معروف شده‌اند که نشان می‌دهد خاطرات چگونه می‌توانند توسط انواع سؤالاتی که در یک آزمایش بازخوانی حافظه پرسیده می‌شوند تغییر کنند یا به طور کامل عوض شوند. همچنین آنها ثابت کردند که می‌شود خاطرات غلط را در مغز جای داد به شرطی که این خاطرات جنبه‌ای داشته باشند که می‌توانسته‌اند از لحاظ منطقی اتفاق بیفتند (لافتس ولافتس، ۱۹۷۵).

ساختارهای مغزی فعال در ذخیره و بازخوانی اطلاعات

اگر چه حافظهٔ اعلانی و روالی، مکانیزم‌های سلولی مشترک بسیاری دارند، امّا ساختارهای یکسانی را برای پردازش مورد استفاده قرار نمی‌دهند. دو ساختار اصلی فعال در پردازش حافظه، قشر مغز و بخشی از مغز است به نام لب گیجگاهی میانی. مغز خاطرات را در همان ساختارهایی ذخیره می‌کند که در درک و پردازش اولیهٔ محرک‌ها نقش دارند. با این وجود، بسته به این که حافظهٔ روالی یا اعلانی باشد، این ساختارها فرق می‌کنند. شناخت ساختارهای فعال در این دو نوع حافظه بعداً انواع فعالیت‌ها و تمرین‌هایی که برای هر کدام از آنها مناسب است را مشخص می‌کند.

مسیر روالی به ذخیرهٔ درازمدت

ممکن است شما در یک مسیر آشنا رانندگی کنید، به مقصد برسید و متوجه شوید که اصلاً متوجه رانندگی خود نبوده‌اید. وقتی شما فرد جدیدی را ملاقات می‌کنید به طور خودکار دستتان را برای احوالپرسی دراز می‌کنید. ممکن است متنی را بخوانید، به انتهای آن برسید و متوجه شوید که هیچ چیز از آنچه را که می‌خواندید به یاد نمی‌آورید. معمولاً دلیلش این است که در مورد چیزی غیر از متن فکر می‌کردید. این مهارت‌های حرکتی، عادت‌ها، و مهارت‌های روالی همه مثال‌هایی از حافظهٔ روالی یا غیراعلانی هستند و تمامی آنها بدون آگاهی خودآگاه شما انجام می‌شوند. همان گونه که قبلاً گفتیم، سعی در بیان خودآگاه هر کدام از این مهارت‌ها در حین انجام آنان، اجرای آن را دچار مشکل خواهد کرد. امّا اگر به روزی که رانندگی یا خواندن را یاد گرفتید فکر کنید، می‌بینید که هیچ کدام از این مهارت‌ها یا عادت‌ها خودکار نبودند. آنها نیاز به توجه خودآگاه و تمرین بسیار داشتند. در مرحلهٔ ابتدایی یادگیری مهارت (روالی)، سه منطقه از مغز در قرار دادن مسیرهای جدید فعال هستند: قشر پیش جلویی، قشر میانی و مخچه. فعالیت مرکب آنها به ما امکان می‌دهد تا توجه ضروری خودآگاه را **به آن کار معطوف بکنیم** و حرکات را به درستی کنار هم قرار دهیم. امّا پس از تمرین، تمامی این

مناطق فعالیت کمتری نشان می‌دهند و ساختارهای دیگر از جمله قشر حرکتی فعالتر می‌شوند (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰).

در یادگیری روالی غیرحرکتی مانند رمزگشایی کلمات، منطقه‌ای از مغز که بیشترین فعالیت را دارد قشر دیداری است. ما با تمرین بیشتر، توانایی خود را برای مشخص کردن محلّ خطوط و ترتیب حروف الفبا بهبود می‌دهیم. تأثیر نهایی درازمدت، تغییر ساختار عصبی واقعی قشر دیداری است که دستگاه ادراک را در گذر زمان عوض می‌کند. به یاد داشته باشید که این تغییرات در فهم معنای واژه‌ها شرکت نمی‌کنند، بلکه توانایی ما برای تشخیص ترتیب حروف الفبا را سریعتر می‌نمایند. تمامی اینها خارج از آگاهی اتفاق می‌افتد و همان طور که در افراد مبتلا به فراموشی نشان داده شد، این افراد قادرند با تمرین، سرعت خواندن یک متن را بالا ببرند، امّا خود متن را به هیچ وجه به خاطر نمی‌آورند (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰).

مسیر حافظهٔ اعلانی به ذخیرهٔ درازمدت

سفری که از ادراک به ذخیرهٔ حافظهٔ معنایی و بخشی منتهی می‌شود، با دریافت محرک‌ها از طریق گیرنده‌های حسی آغاز می‌شود. محرک‌ها در مناطق مناسب قشر مغز (دیداری، شنیداری و...) ثبت می‌شوند و سپس به هیپوکامپوس و دسته‌ای از ساختارهای داخل لُب گیجگاهی میانی سفر می‌کنند. این ساختارها محرک‌ها را تقریباً مانند قشر مغز به صورت الگوهای عصبی ثبت می‌نمایند. توجه داشته باشید که هیپوکامپوس مخزن ذخیرهٔ نهایی نیست، بلکه مانند یک محلّ ذخیرهٔ میانجی برای نمادهای قشری سر راه حافظهٔ درازمدت عمل می‌کند (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰). این نمادها می‌توانند هنگام یادآوری دوباره فعال شوند و هر بار که تکرار می‌شوند پیام‌ها به قشر مغز فرستاده می‌شوند، درست همان جایی که محرک‌ها بار اوّل ثبت شدند. این فعال‌سازی مجدد، الگوهای عصبی اوّلیهٔ آنها را قوی کرده و احتمال از بین رفتن آنها را کم می‌کند. با فعال‌سازی مکرر، خاطرات، ارتباطاتی عصبی می‌سازند که کم و بیش برای همیشه در

قشر پیشین و گیجگاهی ساکن می‌شوند. این ارتباطات مدت‌ها پس از این که نمادهای هیپوکامپوسی از بین می‌روند، در حافظهٔ درازمدت باقی می‌مانند. پس می‌بینیم که چرا هیپوکامپوس برای تشکیل خاطرات جدید ضروری است، امّا وقتی در گذر زمان این خاطرات تقریباً در قشر مغز ذخیره می‌شوند، ضرورت آن کمتر می‌شود. به همین دلیل است که افرادی که دچار فراموشی هستند و هیپوکامپوس آنان آسیب دیده است، دیگر نمی‌توانند خاطرات همیشگی جدید داشته باشند، امّا اغلب قادرند وقایع سال‌ها پیش از آسیب مغزی خود را به خاطر آورند.

تثبیت

بیمارانی که تحت درمان روش تشنج الکتریکی (یک سری شوک‌های الکتریکی کنترل شده به مغز) هستند، اغلب تجارب و آموزش‌هایی را که درست قبل از درمان داشته‌اند فراموش می‌کنند. این وضعیت فراموشی معکوس نامیده می‌شود. امّا اگر درمان آنها برای مدتی پس از یادگرفتن اطلاعات جدید به تأخیر بیفتد، شوک الکتریکی نمی‌تواند یادآوری آنها را از بین ببرد. دلیل آن، این است که حتی بعد از واقعه‌ای که در حافظه جا گرفته است، مدت زمانی باید بگذرد تا حافظه در مغز به طور کامل تثبیت یا سازماندهی شود.

در اواخر قرن نوزدهم، روان‌شناسان آلمانی، **جورج مولر و آلفونس پیلزچر**، با استفاده از هجاهای بی‌معنای آزمایشات «ابینگ هاوس» مطالعاتی انجام دادند و فهمیدند که یادگیری فهرست دوم هجاها درست بعد از یادگیری فهرست اوّل به هنگام یادآوری فهرست اوّل تداخل ایجاد می‌کرد. حافظهٔ تازه تشکیل شده اگر فرصت داشته باشد به تدریج ثابت‌تر می‌شود. محققان نام این زمان شکل‌گیری یا تنظیم را «دورهٔ تثبیت» گذاشتند (اسکویر و کندل، ۲۰۰۰). حالا می‌دانیم که حافظه در همان لحظه که اطلاعات دریافت می‌شود، شکل نمی‌گیرد. حافظه یک فرایند تثبیت ساده نیست، بلکه فعال است و فرایندهای ناخودآگاهی (به نام تثبیت) دارد که روزها، هفته‌ها، ماه‌ها و

سال‌ها به تقویت و اثبات ارتباطات ادامه می‌دهند (گازانیگا، ایوری و مالگون، ۱۹۹۸). بدون شک تثبیت با تمرین تقویت می‌شود. وقتی ما تجارب خود را بازسازی می‌کنیم (در مورد آنها حرف می‌زنیم و فکر می‌کنیم)، فرصت‌های بیشتری برای تثبیت آن فراهم می‌کنیم. شاید به همین دلیل است که آموزشی که به دانش‌آموز امکان می‌دهد تا اطلاعات جدید را به تجارب قبلی قلاب کند، قدرت و پیچیدگی ارتباطات عصبی آنها و بنابراین یادسپاری اطلاعات را بیشتر می‌کند.

محققان فرایند تثبیت را در موش‌ها، موش‌های صحرایی و مگس‌های میوه به مقدار زیاد انجام داده‌اند. مجموعهٔ جالبی از این آزمایشات نشان می‌دهد که تثبیت نیازمند ساخت پروتئین جدید است. وقتی به موش‌ها ماده‌ای تزریق می‌شود که جلوی ساخت پروتئین را درست قبل از آموزش می‌گیرد و حیوانات سه یا چهار ساعت بعد آزمایش می‌شوند، حافظهٔ درازمدت خود را به مقدار زیادی از دست داده‌اند. موش‌هایی که به آنها محلول نمکی تزریق می‌شود، اصلاً حافظهٔ درازمدت خود را از دست نمی‌دهند.

به نظر می‌رسد که تثبیت نتیجهٔ تغییراتی زیست‌شناختی است که زیربنای یادسپاری اطلاعات فراگرفته شده را تشکیل می‌دهد. این تغییرات زیست شناختی چه هستند؟ با توجه به آنچه که در مورد اهمیت هیپوکامپوس در تشکیل حافظهٔ درازمدت می‌دانیم این عجیب نیست که عملکرد هیپوکامپوس و ساختارهای نزدیک آن در لب گیجگاهی میانی مکمل تثبیت هستند. بدون تأثیرات میانجیگری هیپوکامپوس، تثبیت به وجود نمی‌آید امّا هر چه قدر ما تجارب خود را تمرین یا تکرار می‌کنیم، آنها تثبیت می‌شوند و دیگر نیازی به ساختارهای هیپوکامپوسی نیست.

خواب و تثبیت

تحقیقات اخیر، خواب را نیز به عنوان یکی از عوامل فرایند تثبیت نام می‌برد. در حین خواب به ویژه مرحلهٔ حرکت سریع چشم، مغز ما از پردازش مداوم اطلاعات ورودی که در حین بیداری اتفاق می‌افتد، فارغ می‌شود. **دانیل شاکتر** در کتابش به نام

«به دنبال حافظه» از فرضیه‌ای صحبت می‌کند که توسط یک عصب‌شناس به نام **جاناتان وینسون** مطرح شد و او معتقد بود که مغز در حین خواب کار خود را روی تجارب روز ادامه می‌دهد. به تازگی، فرضیهٔ وینسون از حمایت تحقیقاتی که روی مغز حیوانات انجام شده، برخوردار شده است. مشاهداتی که روی مغز موش‌ها در حین خواب انجام شد نشان داد که هیپوکامپوس به طور خاصی فعال است و تجربه‌های اخیر را به قشر مغز می‌فرستد و آنها در نهایت آن جا ذخیره می‌شوند (شاکتر، ۱۹۹۶). شاید شما متوجه شده باشید که رؤیاهای خود شما نیز بخش‌هایی از آنچه که شما در طول روز انجام داده‌اید را در خود دارند. شاید به این دلیل است که مغز شما دوباره این تجارب را مرور می‌کند و به تثبیت آنها کمک می‌کند. درست همان طور که شما در حالت بیداری اطلاعات را به طور خودآگاه مرور می‌کنید. اگر این مطلب درست باشد، خواب یکی از عناصر فعال در تشکیل خاطرات درازمدت است.

تثبیت در حافظهٔ حرکتی

این اواخر محققان روی مفهوم تثبیت در رابطه با حافظهٔ اعلانی بحث می‌کنند که روی ساختارهای مغزی لب گیجگاهی میانی تکیه دارد. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که یادگیری مهارت‌های حرکتی (حافظهٔ روالی) نیز نیازمند تثبیت است. محققان بخش مغز و علوم شناختی مؤسسه فنّاوری «ماساچوست» کشف کرده‌اند که «یادگیری یک مهارت حرکتی، فرایندهایی عصبی را به حرکت وامی‌دارد که بعد از پایان تمرین به تکمیل خود ادامه می‌دهند.» (براشرز ـ کراگ، شادمهر و بیزی، ۱۹۹۶).

وقتی افراد بعد از یادگیری یک مهارت حرکتی، مهارت دیگری را یاد گرفتند، تثبیت مهارت حرکتی اوّل از بین می‌رود. اما اگر بین یادگیری مهارت اوّل و دوم چهار ساعت فاصلهٔ زمانی بود، تثبیت مهارت حرکتی اوّل از بین نمی‌رود. محققان بر این باورند که تثبیت مهارت حرکتی به همان ساختارهایی در لب گیجگاهی میانی تکیه دارد که برای تثبیت مهارت‌های حافظهٔ واضح (اعلانی) ضروری است.

نمادهای آموزشی تثبیت

بسیار وسوسه‌انگیز است که تحقیقات انجام شده روی تثبیت را به طور مستقیم در کلاس درس استفاده کنیم. برای آموزگاران بسیار مفید است بدانند که مغز دانش‌آموزان برای تثبیت یک یادگیری ویژه به چه مقدار وقت نیاز دارد. متأسفانه، این تحقیق اطلاعات دقیقی به ما نمی‌دهد، امّا ما می‌دانیم که تثبیت اتفاق می‌افتد و زمان می‌برد. همچنین ما می‌دانیم که یادگیری سریع یک چیز جدید، بلافاصله بعد از یک مطلب، تثبیت یادگیری قبلی را نیز از بین می‌برد. آنچه ما نمی‌دانیم این است که چه مقدار وقت برای تثبیت نیاز است؛ بنابراین، باید مواظب باشیم که بین مطالب قبلی و آموزشی مفاهیم یا مهارت‌های جدید وقت کافی اختصاص بدهیم. علم اعصاب به ندرت به ما اطلاعاتی می‌دهد که می‌تواند به طور مستقیم برای کار در کلاس استفاده شود، امّا ما باید هنگام طراحی موادّ درسی آنچه را که در مورد تثبیت می‌دانیم در نظر داشته باشیم؛ برای مثال، ساخت روش‌های تمرین تشریحی برای آموزش ـ زمان دادن به دانش‌آموزان برای اینکه اطلاعات را عمیق‌تر پردازش کنند ـ ممکن است قدرت یادگیری را بیشتر کند؛ چون، این روش‌ها امکان تثبیت را به وجود می‌آورند.

آموزش برای حافظهٔ درازمدت

بیشتر یادگیری در زندگی تصادفی است. عموماً ما در زندگی روزمره تلاش خاصی نمی‌کنیم تا تجارب خود را برای بعدها ثبت کنیم. علایق، اولویت‌ها و نیازهای حیاتی ما توجه ما را جهت می‌بخشند و کیفیت ذخیرهٔ اطلاعات را بهبود می‌دهند. اگر چه یادگیری تصادفی ارزشمند است، امّا ما نمی‌توانیم روی این مطلب تکیه کنیم که هر چه ما به یادآوری آن نیاز داریم، به طور تصادفی ثبت می‌شود. گاهی اوقات ما نیاز داریم کمی تلاش کنیم و مطمئن شویم که می‌توانیم در صورت نیاز اطلاعات را به یاد آوریم. هیچ‌کس بهتر از آموزگاران نمی‌داند که این کار چه قدر سخت است. دانش‌آموزان اغلب اطلاعات را برای امتحان حفظ می‌کنند و به سرعت آن را فراموش می‌کنند. هر چه انتظار

خواندن مطلب درسی بیشتری داشته باشیم، مشکل وخیم‌تر می‌شود و سطحی خواندن این مطلب زیاد تنها چیزی است که اتفاق می‌افتد. سطحی خواندن، ارتباطات عصبی قوی نمی‌سازد؛ از این رو، به ندرت در یاد می‌ماند یا نادرست در یاد می‌ماند. حلّ این مشکل پیچیده است، امّا شاید اطلاعات این فصل به آموزگاران کمک کند تا آنچه را که برای یادسپاری درازمدت اطلاعات ضروری است، بشناسند.

ما در فصل ۶ از تمرین تشریحی صحبت کردیم. حالا ما در موقعیت بهتری قرار داریم تا بفهمیم که چرا این نوع از تمرین برای ایجاد حافظهٔ اعلانی درازمدت مؤثرتر از تکرار محض است.

ما هر چه بیشتر اطلاعات را در طول زمان پردازش کنیم، ارتباطات بیشتری می‌سازیم، تثبیت بیشتری به وجود می‌آید و در نتیجه، یادسپاری بهتری خواهیم داشت. در فصل‌های بعدی کتاب، در مورد تعدادی از روش‌های تمرین تشریحی صحبت خواهیم کرد. بیشتر این روش‌ها از دانش‌آموزان می‌خواهند تا روی اطلاعات تدریس شده به دقت فکر کنند، ارتباطات ذهنی معنادار بسازند یا از یک روش ثبت تشریحی مؤثر دیگر استفاده کنند.

تمرین

۱ـ بر اساس اطلاعات این فصل، در مورد آنچه که برای ذخیرهٔ اطلاعات در حافظهٔ درازمدت نیاز است، توضیح دهید که چرا بسیاری از آموزگاران می‌گویند «ما باید کمتر امّا بهتر درس دهیم.»؟

۲ـ بدون نگاه کردن به کتاب، نموداری از حافظهٔ درازمدت با تمامی زیرشاخه‌های آن بکشید. زیر هر زیرشاخه، حداقل یک مثال معمولی از آن بزنید.

۳ـ اگر کتاب را به عنوان بخشی از مطالعهٔ گروهی می‌خوانید، یک جلسه را به این اختصاص دهید تا روی آنچه که یک محیط غنی شده برای دانش‌آموزان ایجاد می‌کند، بحث کنید. عناصر یک محیط غنی شده را برای آموزگاران توضیح دهید.

۴ـ به یکی از همکارانتان توضیح دهید که منظور از تثبیت چیست و چرا خوب نیست که دو مهارت مجزا را خیلی نزدیک به هم آموزش دهیم؟

بخش سوم

تطبیق آموزش با نحوهٔ یادگیری بهتر مغز

در این بخش نهایی کتاب، ما از ساختارها و عملکرد مغز و فرایندهای حافظهٔ آن گـذر می‌کنیم و به بحث در مورد نحوهٔ استفاده از این دانش در محیط آموزشی می‌پردازیم. بعضی از مطالب کتاب از مطالعات انجام شده توسط محققان امر آموزش و روان شناسان شناختی گرفته شده است، امّا من بسیاری از این فعالیت‌ها و روش‌ها را انتخاب نموده‌ام؛ چون باور دارم که آنها از آنچه که ما دربارهٔ نحوهٔ پردازش و ذخیرهٔ اطلاعات توسط مغز می‌دانیم، سود برده‌اند.

در این رابطه، بخش ۳ اساس کار خود را بیشتر بر پایهٔ کار عملی قرار داده است تـا تحقیق. من معتقدم که یکی از بهترین آزمایشگاه‌ها برای تحقیق آموزشی کـلاس درس است؛ همان‌جایی کـه آمـوزگاران خـلّاق مـی‌کوشند تـا مـوادّ درسـی را مـعنادار کـنند، روش‌های جدید را آزمایش کنند، تدریس خود را نظارت و تنظیم کنند و آنـچه کـه در نظرشان مؤثر است را در اختیار دیگران قرار دهند. این بخش از کتاب شامل روش‌هایی می‌شود که من و معلمان تمامی سطوح یا دروس دیگر نیز آن را مشاهده کرده‌ایم. مـن سعی کرده‌ام تا یک منطق مغز محور برای دلیل عملکرد این روش‌ها فراهم کنم، امّا باید

این موضوع را روشن کنم که این منطق متعلق به خود من است نه محققان.

این کتاب ابتدا به موادّ درسی براساس ارتباط یا معنای آن برای دانش‌آموزان می‌پردازد. آنچه که به آن پرداخته نشده امّا تقریباً مهم است این است که مدارس و آموزگاران چگونه موادّ درسی را انتخاب می‌کنند و می‌سازند. البته ما باید از تحقیقات انجام شده روی ساختار و عملکرد مغز آگاه باشیم و نیز سعی کنیم تا از این اطلاعات برای تدریس در روش‌های معنادار استفاده کنیم تا آن جا که دانش‌آموزان محتوا را به درستی بفهمند. امّا اگر موادّ درسی نامرتبط باشد یا خارج از محیط آموزش داده شود، این دانش جدید به هیچ دردی نمی‌خورد. باید بدانیم که آموزش تنها نمی‌ماند، بلکه دست در دست محتوای انتخاب شده از روی منطق که در محیط معنادار ساخته می‌شود، گام برمی‌دارد. ما باید از خود این سؤالات را بپرسیم: «معنا یا مفهوم اصلی این درس چیست؟» و «فایدهٔ آنچه که من درس می‌دهم در زندگی چیست؟» دانش‌آموزان چگونه می‌توانند از آنچه که امروز می‌آموزند در سال‌های آتی استفاده کنند؟»

ما از لحاظ تاریخی موادّ درسی مختلف را در حالت‌های مختلف و مجزا آموزش داده‌ایم. در سال‌های اخیر محققان تلاش کرده‌اند تا جنبه‌های مختلف موادّ درسی را به شکل واحدهای معنادارتر در بیاورند. تدریس موضوعی در بسیاری از مدارس رایج شده است. با این وجود، واحدهای موضوعی در موارد زیادی ـ مانند دایناسورها یا جنگل‌های بارانی ـ بدون هیچ مفهوم زیربنایی در ذهن طراحی شده‌اند. اغلب مشکل می‌توان تعیین کرد که چرا این موضوع انتخاب شده است چه رسد به این که سؤالاتی در مورد ارتباط یا کاربرد آنچه آموزگاران درس می‌دهند را پاسخ گوییم. **کرن اولسون** در کتابش به نام «پیوستار علم مفاهیم برای ابتدایی‌ها» می‌نویسد:

ما از تحقیقات مغزی دریافته‌ایم که مغز یک دستگاه الگوخواه است که به دنبال معناست و یادگیری، کسب برنامه‌های ذهنی برای استفاده از آنچه که ما می‌فهمیم، است. بنابراین، مفیدترین و کارآمدترین موادّ درسی برای آموزگاران چیزی است که برای آموزگاران و شاگردان روشن کند که این مفاهیم (مفاهیمی که باید یاد گرفته شوند)

چه هستند و این آموخته‌ها در دنیای واقعی (عملکردی که از دانش‌آموزان انتظار می‌رود) چگونه مورد استفاده قرار می‌گیرند (اولسون، ۱۹۹۵، صفحهٔ ۵).

بخش ۳ از فعالیت‌هایی مثال می‌زند که با نحوهٔ یادگیری بهتر مغز تطابق دارند: آموزگاران باید به صورت خودآگاه روش‌هایی را انتخاب کنند که به دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم گسترده‌ای که در محیط مرتبط وجود دارند، کمک کنند. روش‌ها و فعالیت‌های این بخش اهداف مختلفی را دنبال می‌کنند.

نخست این که، بعضی روش‌ها در یادآوری اطلاعات مهم به دانش‌آموزان کمک می‌کند؛ برای مثال، ما چگونه به یاد می‌آوریم که در هر ماه چند روز وجود دارد؟ اغلب ما از یک روش تقویت حافظه استفاده می‌کنیم؛ مثلاً شش ماه اوّل سال هر ماه ۳۱ روز، ۵ ماه بعد هر ماه سی روز و ماه آخر ۲۹ روز است. هیچ چیز هیجانی یا معنادار در این روش وجود ندارد، امّا حتماً مفید است. گاهی اوقات گفته می‌شود که روش‌های تقویت حافظه مهم نیستند و چیزی بیش از حفظ کردن نیستند. امّا گاهی اوقات ما باید اطلاعات نسبتاً بی‌معنی (مانند نوشتن یک واژه یا محلّ استفاده از علامت‌های نگارش) را در دسترس داشته باشیم. در این مواقع، روش‌های تقویت حافظه خیلی خوب کار می‌کنند و باید جزء منابع آموزگاران باشند. تحقیقات انجام شده روی روش‌های تقویت حافظه نشان داده‌اند که ممکن است شاگردان در استفاده از روش‌های تقویت حافظه همان گونه که تدریس شده‌اند مهارت پیدا کنند، امّا به ندرت این روش را برای موارد دیگر به کار گیرند مگر این که به آنها آموزش داده شود (پرسلی و لوین، ۱۹۸۷).

گروه دوم روش‌ها، نه تنها به دانش‌آموزان در به خاطر داشتن حقایق کمک می‌کند، بلکه آنها را در درک مفاهیم نیز یاری می‌نماید. وقتی دانش‌آموزان در درس ریاضی یا علوم (یا هر درس از موادّ درسی) از کاردستی استفاده می‌کنند، احتمال درک مفاهیم توسط آنان بیشتر می‌شود تا این که فقط آن را بخوانند. شبیه‌سازی‌هایی که از ارتباط مغز و ذهن سود می‌برند، ابزارهایی قدرتمند برای یادسپاری و فهمیدن هستند؛ برای مثال، ممکن است مفهوم شبکه یا زنجیرهٔ غذایی برای دانش‌آموزان مشکل باشد، امّا اگر

آمــوزگار، دانش‌آمـوزان را در یک شـبیه‌سازی شـرکت دهـد کـه بـعضی از شـاگـردان بخش‌های مختلف شبکه بشوند و بقیه عواملی باشند که شبکه را متأثر می‌سازند، هم یادسپاری حقایق مجزا و هم درک مفهوم کلّی افزایش می‌یابد.

سوم این که، قدرتمندترین روش‌ها، یادسپاری، فهم و تـوانـایی دانش‌آمـوزان بـرای استفاده از مفاهیمی که یاد می‌گیرند را افزایش می‌دهد. تقریباً هر روشی در گـروه دوم روش‌ها، می‌تواند با این نوع سوم تطابق داشته باشد در صورتی که آموزگار، مثال‌های روشنی از کاربرد آن بیاورد و بعد دانش‌آموزان را وادار کند تا مثالهایی در مورد این که یک مفهوم چه وقت و چگونه می‌تواند در یک زمینهٔ دیگر استفاده شود، بیاورند؛ برای مثال، آموزگاری که از دانش‌آموزان خود می‌خواهد تا در شبیه‌سازی فـراوانـی غـذا در کشورهای جهان اوّل، دوم و سوم شرکت کنند می‌تواند پس از این کار کلاسی، روی این که چگونه آنچه آنها یاد گرفته‌اند در زندگی خود آنان کاربرد دارد و راه حل‌های عملی برای مشکل گرسنگی جهانی، بحث نماید.

فصل هشتم

معنادار کردن موادّ درسی از طریق حلّ مسائل، انجام پروژه‌ها و شبیه سازی

یادگیری، فرایند ساختن شبکه‌های عصبی است. شما در طول زندگی خود شبکه‌هایی را در قشر مغز خود ساخته‌اید که اطلاعاتی در مورد انواع مختلفی از مفاهیم دارد؛ برای مثال، شبکه‌ای را تصور کنید که اطلاعاتی در مورد حیوانات دارد. اگر از شما بخواهند هر چیزی را که دربارهٔ حیوانات می‌دانید فهرست کنید، خواهید فهمید که مقدار زیادی اطلاعات ذخیره شده دارید؛ فرق بین یک پستاندار و خزنده، آنچه که حیوانات می‌خورند و جایی که زندگی می‌کنند، کدام حیوانات به عنوان حیوان خانگی نگهداری می‌شوند و کدام یک برای مصارف خوراکی پرورش داده می‌شوند، چه حیواناتی منقرض شده‌اند، حتی شاید اطلاعاتی در مورد لقاح مصنوعی حیوانات در سال‌های اخیر. این شبکه چگونه شکل گرفته است؟ احتمال می‌رود که مغز شما این شبکه را از سه راه درست کرده است: تجربهٔ عینی، یادگیری نمادین یا سمبلیک و یادگیری نظری.

سه سطح آموزش

تجربهٔ عینی

فرض کنید کودکی خردسال هستید که با پدرتان در حال قدم زدن هستید. ناگهان یک موجود چهارپای کوچک پشمالو که تا به حال ندیده‌اید از حیاط خانه‌ای بیرون می‌آید و روبه‌روی شما در پیاده‌رو می‌نشیند. پدرتان بعد از این که به شما می‌گوید که نترسید، نام این حیوان را برای شما می‌گوید. او می‌گوید که این یک حیوان است و سگ نامیده می‌شود. اگر فکر کند که آن سگ رام است ممکن است بگذارد که شما آن را لمس کنید. این تجربه در مغز شما در یک ارتباط فیزیولوژیک واقعی بین نورون‌ها ذخیره می‌شود. اگر دفعهٔ بعد دوباره با این سگ مواجه شوید، این ارتباط قویتر می‌شود و ما می‌گوییم شما یاد گرفته‌اید این حیوان چیست.

امّا یادگیری اینقدرها هم ساده نیست؛ چون در محلهٔ شما سگ‌های زیادی زندگی می‌کنند. برای شما زیاد طول نمی‌کشد تا بفهمید که سگ‌ها، شکل، اندازه و رنگ‌های زیادی دارند. تمامی این اطلاعات به شبکهٔ سگ شما مرتبط می‌شود. بعضی از سگ‌هایی که شما می‌بینید، اهلی هستند و بعضی نیستند. شما ارتباطات هیجانی به اطلاعات موجود اضافه می‌کنید. این شبکه در راه تکامل است که چیزی گیج کننده اتفاق می‌افتد. بار دیگر با پدرتان برای قدم زدن بیرون می‌روید و دوباره یک موجود چهارپای پشمالوی کوچک می‌بینید. این بار نیازی نیست که کسی نام آن را برایتان بگوید. شما به حیوان اشاره می‌کنید و می‌گویید: «سگ». پدرتان می‌خندد و به شما می‌گوید که این حیوان سگ نیست، بلکه یک گربه است. حالا مغز شما باید شبکه‌ای جدید بسازد که اطلاعاتی دربارهٔ گربه‌ها داشته باشد. در گذر زمان، این شبکهٔ جدید قسمتی از یک شبکهٔ بزرگتر به نام «حیوانات» می‌شود.

با تجربه‌های مکرر، شبکهٔ حیوانات شما قویتر خواهد شد حتی اگر به دو نوع حیوان محدود باشد. بعد والدینتان تصمیم می‌گیرند که شما را به باغ وحش ببرند. در آن جا تعداد زیادی حیوان می‌بینید که قبلاً ندیده‌اید. بعضی‌ها گردنی دراز دارند، بعضی در

انتهای بینی خود یک شاخ بزرگ دارند و بعضی‌ها هم شبیه گربه، امّا بسیار بزرگتر هستند. والدین شما باز هم به شما می‌گویند که اینها حیوان هستند. مغز شما به طور شگفت انگیزی تمامی این اطلاعات را می‌گیرد و شروع به تطابق آن با شبکهٔ حیوانات از قبل ساخته شده می‌کند. به دلیل این که ارتباطات مغزی هر چه راحت‌تر فعال شوند، قویتر می‌شوند، ارتباطات سگ و گربهٔ شما خیلی راحت‌تر از ارتباطات زرافه و ببر در دسترس هستند. آیا راهی وجود دارد که این ارتباطات بتوانند بدون رفتن به باغ وحش تقویت شوند؟

یادگیری نمادین یا سمبلیک

اگر چه مغز ما گاهی قویترین ارتباطات ما را از راه تجربهٔ عینی می‌سازد، امّا خوشبختانه ما محدود به یادگیری در این روش نیستیم. در ادامهٔ مثال حیوانات که قبلاً گفتیم، کودکان توانایی خود را برای تشخیص و گفتن نام حیوانات باغ وحش، از طریق نگاه کردن به تصاویر یک کتاب حیوانات که والدین برایشان می‌خوانند، تقویت می‌کنند. کودکان خیلی سریع یاد می‌گیرند که نام آن حیوان را با تصویرش تطبیق دهند. کار مکرر با تصاویر کتاب می‌تواند حیوانات خیلی عجیب را مانند حیوانات اهلی، برای کودکان بسیار آشنا کند. امّا تجربهٔ عینی اوّلیه (دیدن حیوانات در باغ‌وحش)، حیوانات عجیب را برای کودکان معنادارتر می‌کند تا هنگامی که کودکان باغ وحش را ندیده باشند.

استفاده از نمادها یا سمبل‌های اشیای واقعی، سطح دوم یادگیری است و تا اندازه‌ای که فرد یاد گیرنده آن پدیدهٔ واقعی را تجربه کند، مؤثر است. شما در باغ‌وحش به حیوانات نگاه کردید در حالی که مغز شما تمامی محیط را نیز در خود ضبط کرد. این اطلاعات حسی، بخشی از حافظهٔ حیوانات شما شده و وقتی یادآوری می‌شود فعال می‌گردد. وقتی شما به عکس یک فیل نگاه می‌کنید، شبکهٔ عصبیی که در شما فعال می‌شود به شما امکان می‌دهد تا محلی که در آن فیل را دیدید، بوی فیل و حتی صدای ترومپت مانندی که فیل درآورد و شاید احساس آبی که فیل روی شما پاشید را به خاطر

آورید. ممکن است نماد یا سمبل بدون تجربهٔ عینی برای شما معنی کمی داشته باشد. حالا مهم نیست که کسی چه قدر به شما توضیح بدهد. این قضیه در مدارس نیز صدق می‌کند که دانش‌آموزان اغلب در معرض اطلاعاتی نمادین قرار می‌گیرند که هیچ خاستگاه عینی ندارد. کتاب‌ها سرشار از تصاویر آزمایشات علمی، عکس‌های مردم جوامع دیگر، نمودارهای سیستم‌های هضم و سمبل‌ها یا نمادهای دیگری از پدیده‌های واقعی هستند. اگرچه ممکن است آنها از لحاظ تصویری جذاب باشند، امّا اطلاعات حسی غنیی را که در یک تجربهٔ عینی وجود دارند به مغز یک شاگرد نمی‌آورند و در نتیجه، معنای کمتری دارند.

یادگیری نظری

سطح سوم یادگیری فقط از اطلاعات نظری، به طور عمده کلمات و اعداد، استفاده می‌کند. حالا شما بزرگتر شده‌اید و والدینتان دیگر شما را به باغ‌وحش نمی‌برند یا کتابی پرعکس دربارهٔ حیوانات برایتان نمی‌خرند. آیا راه دیگری هست که شما بتوانید شبکهٔ عصبی حیوانات خود را گسترش دهید؟ امکان دارد که شما در مورد حیواناتی که تا به حال ندیده‌اید، چه واقعی و چه خیالی (مانند فلافی، همان سگ سه سر داستان‌های هری پاتر) حرف بزنید. شما چه طور می‌توانید این کار را بکنید؟ با کتاب خواندن در مورد آنها و یک شبکهٔ عصبی قوی که توسط تجربهٔ محض و نمادهای حیوانات تشکیل شده است، می‌توان در مورد یک حیوان مطالبی خواند و آن را در «چشم ذهن» دید. خیلی از مفاهیم نظری هیچ معادل عینی قابل دیدن ندارند (مانند دموکراسی) و فرهنگ. درک این واژه‌ها بستگی به سن دانش‌آموز، توانایی آموزگار برای گفتن مثال‌هایی کافی و مرتبط با تجربهٔ دانش‌آموز و شرکت دادن دانش‌آموزان در تجاربی که مفاهیم نظری را قابل فهم می‌کنند، خواهد داشت.

درگیر کردن دانش‌آموزان در حلّ مشکلات زندگی واقعی

بسیاری از شبکه‌های عصبی ما توسط تجربهٔ واقعی شکل گرفته‌اند. اغلب می‌توان از این تمایل طبیعی با درگیر کردن دانش‌آموزان در حلّ مشکلات واقعی در مدرسه یا جامعه سود برد. **جان دوی** (۱۹۳۷) معتقد بود که مدارس نباید زیاد در رابطه با آماده شدن برای زندگی باشند، بلکه باید بیشتر به خود زندگی بپردازند. اگرچه بیشتر اهداف مدارس به توسعهٔ تفکر عمیق و مهارت‌های حلّ مشکل برمی‌گردند، امّا معمولاً در کلاس‌ها به این موارد پرداخته نمی‌شود. مطالعات زیادی نشان می‌دهند که صحبت کردن محض هنوز روش اوّلیهٔ آموزش در بسیاری از کلاس‌هاست (گودلد ۱۹۸۴، هوتکرواهل براند ۱۹۶۹ و سیروتنیک ۱۹۸۳) حتی وقتی آموزگاران به دانش‌آموزان برای حلّ مشکل فرصت می‌دهند، این مشکلات معمولاً مطالعات موردی فرضیه‌ای با نتایج شبیه به هم هستند. آموزگاران می‌توانند با کمی تحقیق و تفکر خلّاق، مشکلاتی در مدارس و جوامع خود بیابند تا دانش‌آموزان آنان را حل کنند. شاید به دلیل محدودیت زمانی یا اطلاعات ناکافی، حل کردن این مشکلات کار ساده‌ای نباشد، امّا از راه مبارزه کردن با این موارد است که دانش‌آموزان تفکر بنیادی و محتوایی را می‌آموزند. در ادامه، چندین مثال از روش‌هایی آمده است که آموزگاران برای افزایش حلّ واقعی مشکلات از آنها استفاده کرده‌اند.

سال‌های اوّلیهٔ مدرسهٔ ابتدایی

در یک کلاس سوم، بچه‌های کلاس در مورد چیزهایی که برای سفر آموزشی خود باید تهیه می‌کردند، در حال صحبت بودند. صحبت از حمل و نقل به میان آمد. یکی از شاگردان پیشنهاد داد که پدرانشان ماشین بیاورند تا هزینهٔ حمل و نقل مدرسه کمتر شود. معلم آنها از ایشان خواست مشخص کنند که آیا این مطلب صحت دارد یا نه. شاگردان به دو دسته تقسیم شدند، و قرار شد هر گروه هزینهٔ هر نوع مسافرت را مشخص کنند. دانش‌آموزان در مورد تعداد ماشین‌هایی که برای مسافرت آنها نیاز بود، هزینهٔ بیمهٔ

ماشین‌های شخصی در مقایسه با اتوبوس‌ها و مقدار سوخت مصرفی هر کدام از ماشین‌ها محاسباتی انجام دادند. وقتی یکی از دانش‌آموزان پرسید که آیا در روز مسافرت، به تعداد کافی افرادی برای راندن ماشین‌های شخصی دارند، فرصت حلّ مشکل دیگری به وجود آمد. این مشکل هنگامی حل شد که دانش‌آموزان مشخص کردند که تعداد پدرانی که می‌توانند رانندگی‌کنند، کافی نیست، امّا فایدهٔ واقعی این کار برای دانش‌آموزان پیدا کردن راه‌حل نبود بلکه جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل‌ها و مهارت‌های حلّ مشکلی بود که به‌دست آورده بودند.

سال‌های آخر مدرسهٔ ابتدایی

آموزگار یک کلاس پنجم از دانش‌آموزان خواست مشخص کنند که آیا آرای عمومی شهرشان در مورد انتخاب رئیس‌جمهور مشابه آرای عمومی ملت است. دانش‌آموزان در مورد نحوهٔ انجام انتخابات تحقیقاتی کردند، در مورد جمع‌آوری داده‌ها مطالعه کردند و نحوهٔ ساختن پرسش را فراگرفتند. آنها بعد از این که یک انتخابات کوچک در فروشگاه محلی خود انجام دادند، نتایج را جدول‌بندی کردند و با نتایج انتخابات در سطح کشوری مقایسه کردند و سپس در مورد دلایل تفاوت این دو بحث نمودند. روزنامهٔ محلی نیز گزارشی از این فعالیت چاپ کرد.

مدرسهٔ راهنمایی

آموزگاری در شهر کالیفرنیا متنی از یک روزنامه را برای شاگردان خود خواند که نشان می‌داد مصرف آب خانگی درصد کمی از مصرف آب ایالت را تشکیل می‌دهد، در حالی که کشاورزی و گُلکاری آب بیشتری استفاده می‌کردند. او شاگردان را تشویق کرد تا راهی برای ذخیرهٔ منابع محدود آب پیدا کنند. بعد از انجام چند تحقیق، دانش‌آموزان فهمیدند که بعضی از انواع گیاهان از بقیه کمتر آب مصرف می‌کنند. در نتیجه، آنها پیش‌نویسی از لایحهٔ صرفه‌جویی آب تهیه کردند. این لایحه، تمامی ساختمان‌های جدید را موظف

می‌کرد که برای گلکاری ساختمان از گیاهانی که در برابر کم آبی مقاوم هستند، استفاده کنند. آنها سناتور محلی خود را متقاعد کردند تا از این لایحه حمایت کند؛ لایحه‌ای که برای مردم میلیون‌ها دلار و میلیون‌ها لیتر آب صرفه‌جویی می‌کرد. آنها به روزنامه‌ها نامه نوشتند، مقالاتی تهیه کردند و تمامی هماهنگی‌های لازم برای یک کنفرانس مطبوعاتی را انجام دادند و به پایتخت ایالت رفتند تا در حمایت از این لایحه شهادت دهند.

دبیرستان

در یک کار عملی، آموزگاران با اصناف محلی تماس می‌گیرند و از آنها می‌خواهند مشکلاتی را که باید حل کنند تعیین نمایند. سپس آنها گروه‌های دانش‌آموزی را تشویق می‌کنند تا راه حل‌های ممکن را پیدا کنند. دانش‌آموزان مشخص می‌کنند که چه اطلاعاتی نیاز دارند و سپس با صاحبان مشاغل جلساتی می‌گذارند تا درک بهتری از مشکل آنان پیدا کنند. بعد از تحلیل داده‌ها، دانش‌آموزان راه حل‌های خود را ارائه می‌دهند و راه حلی را که از بقیه عملی‌تر است انتخاب می‌کنند. در مرحلهٔ آخر، آنها راه‌حل‌هایشان را به صاحبان مشاغل ارائه می‌دهند. آموزگاران گزارش دادند که در سال اول این برنامه، بیشتر راه حل‌های دانش‌آموزان اجرا شده‌اند. طبق گزارش آموزگاران، این کار علاوه بر منافع آشکار مشارکت در حل یک مشکل واقعی، انگیزه، حسّ مؤثر بودن و اعتماد به نفس دانش‌آموزان را نیز بالا می‌برد.

تمامی سطوح

آموزگاران خلّاق مثال‌های بسیار دیگری از حلّ مشکل با استفاده از منابع اجتماع و مدرسه برای افزایش معنای آنچه که درس می‌دهند، گزارش داده‌اند. بسیاری از مشکلات که دنیا و جوامع ما با آن روبه‌رو هستند می‌توانند جهت درگیر کردن دانش‌آموزان در تفکر عمیق و حلّ مشکل به کار گرفته شوند. این مثال‌ها عبارتند از: حمایت از بومیان طبیعی، مشکلات افراد آواره، گسترش بیماری‌های عفونی، جلوگیری

از اعتیاد نوجوانان، بهبود کیفیت غذا در رستوران، تأثیر گرمای کرهٔ زمین و کاهش تراکم بزرگراه. حلّ مشکل می‌تواند راه مؤثری برای پرداختن به موارد آموزشی و رفتاری باشد. یک معلم، دانش‌آموزان کلاس ششم خود را تشویق کرد تا راهی برای بهبود نمرات ریاضی‌شان بیابند. مسؤول یک گروه موسیقی از بچه‌ها خواست تا راهی برای خرید لباس‌های یک شکل جدید پیدا کنند. وقتی دانش‌آموزان از معلم جبر خود پرسیدند که آنها چه وقت نیازمند چیزی خواهند شد که آن را یاد می‌گیرند، معلم پیشنهاد کرد که آنها روی مشاغلی که به دانش جبر نیاز دارند و نحوهٔ استفادهٔ آنان از این علم تحقیق کنند.

یک منبع عالی برای مشکلات واقعی، یک سیستم توسعهٔ موادّ درسی است به نام یادگیری مشکل محور. کتاب‌ها و سایت‌های اینترنتی زیادی این برنامه و موادّ درسی پیشنهادی را برای تمامی سطوح و دروس طراحی می‌کنند (برای مثال، براندت ۱۹۹۸، مرکز یادگیری مشکل محور ۲۰۰۱، دلیسل ۱۹۹۷، تورپ و ساژ ۱۹۹۸).

استفاده از پروژه‌ها برای افزایش معنا و انگیزه

تماشای شاگردانی که خیلی فعالانه مشغول یک فعالیت هستند همیشه منظرهٔ لذتبخشی است. به نظر می‌رسد که مشارکت دانش‌آموزان در یک آزمایش یا پروژه در مقایسه با نشستن و گوش دادن به آموزگار راه بسیار بهتری برای یادگیری باشد. درواقع، پروژه‌ها و فعالیت‌ها به عنوان وسیلهٔ شرکت دادن دانش‌آموزان و افزایش فهم آنان ظرفیت زیادی دارند. امّا باید احتیاط نمود که چه وقت و چگونه از آنها استفاده شود. در بیشتر اوقات، ما فعالیت‌هایی را انتخاب می‌کنیم که در ظاهر خیلی سرگرم کننده هستند، بدون این که آنچه ما از شاگردان خود می‌خواهیم تا از انجام آن به‌دست بیاورند را در نظر بگیریم، برای مثال، یک معلم برای مطالعهٔ مراکز اوّلیهٔ مبلغان مذهبی در کالیفرنیا، به دانش‌آموزان گفت که با حبّه‌های قند، مراکز مبلغان را بسازند. دانش‌آموزان از این پروژه لذت بردند و شاید چیزهایی هم دربارهٔ استفاده از حبّه‌های قند به عنوان یک مادهٔ ساختمانی یاد

گرفتند؛ امّا، من نمی‌دانم کار روی این پروژه، چه چیزهایی دربارهٔ تأثیر مراکز تبلیغ روی بومیان امریکایی یا نقش مراکز تبلیغ در تاریخ کالیفرنیا به دانش‌آموزان یاد داده است.

پروژه‌ها باید وسیله‌ای برای افزایش یادگیری باشند نه این که خود یادگیری را متوقف کنند. یک فعالیت باید مستقیماً به یک هدف یا استاندارد بوضوح تعریف شده مرتبط باشد نه این که فقط ارتباطی سطحی با آن داشته باشد. باید به دانش‌آموزان کمک کرد تا هدف از پروژه یا فعالیت را بفهمند. این کار را می‌توان هنگام شروع یا هنگام گزارش خواستن در انتهای فعالیت یا اتمام پروژه انجام داد.

حالا که این موارد احتیاطی را متذکر شدیم، بیایید به چند مثال از پروژه‌هایی که به دقت برنامه‌ریزی و اجرا شده‌اند، نگاهی داشته باشیم.

سالهای اوّلیهٔ ابتدایی

حتی شاگردان خردسال نیز می‌توانند به طور معناداری در پروژه‌ها شرکت کنند. یک معلم در شهر اورگان تصمیم گرفت تا مسألهٔ خشونت را با دانش‌آموزان کلاس دوم خود حل کند. دانش‌آموزان نمونه‌هایی از خشونت را ذکر کردند و سپس چندین برنامهٔ تلویزیونی کودک را تماشا کردند و اعمال خشونت‌آمیز را با هم تطبیق دادند؛ اعمالی مانند تهدید، کتک‌کاری، بمب و سلاح‌های دیگر. سپس یافته‌های خود را به همکلاسی‌های خود گزارش دادند. یک گزارشگر از این پروژه آگاه شد و پیشنهاد داد که آنها با یکی از اعضای هیأت عالی‌رتبگان دولتی در منطقه، که کاهش خشونت جوانان را در اولویت کار خود قرار داده بود، تماس بگیرند. او با بچه‌های کلاس آنها ملاقات کرد و با آنها در مورد این که چگونه می‌توانند نتایج تحقیق خود را به دیگران انتقال دهند، صحبت کرد. بچه‌ها به عنوان نتیجهٔ این ملاقات، «بیانیهٔ استقلال از خشونت» را نوشتند که در آن پیمانی وجود داشت مبنی براین که محصولاتی که در تلویزیون تبلیغ می‌شوند و خشونت مفرط دارند، تحریم شوند. آنها با رادیو و رسانه‌های دیگر تماس گرفتند، نامه‌هایی به سناتورها و نمایندگان امریکایی نوشتند و در نتیجه، برنامهٔ «اخبار جهانی

امشب» آنها را نشان داد (اوانس ۱۹۹۶).

سال‌های آخر ابتدایی

اگرچه پروژه‌ها ضرورتاً براساس حلّ مشکل نیستند، امّا بسیاری از همان فوایدی را که در معنادارتر کردن موادّ درسی برای دانش‌آموزان وجود دارند ارائه می‌کنند. این فعالیت‌ها اغلب از پرسش‌ها یا علاقهٔ دانش‌آموزان به موضوعی که مطالعه می‌کنند، سر بر می‌آورد. یک کلاس چهارم روی بومیان امریکایی که ذرت را به مهاجران معرفی کردند، مطالعه می‌کرد. دانش‌آموزان در حین مطالعهٔ ذرت و اهمیت آن برای مستعمران اوّلیه، دریافتند که کلوچهٔ ذرت جایگزین خوبی برای کلوچهٔ محلی است. آنها روی عملکرد دولت تحقیق کردند، نامه نوشتند و در نهایت، دادگستری ماسوچوست را تحت فشار قرار داده و در مقابل یک هیأت قانونگذار شهادت دادند. لحظه‌ای که لایحهٔ این کلاس توسط فرماندار ایالت به قانون تبدیل شد، تمامی بچه‌های این کلاس حاضر بودند.

معلمی در آریزونا پروژه‌ای بی‌نظیر ساخت تا فرهنگ مردم بومی هوهوکام را آموزش دهد. دانش‌آموزان کلاس پنجم او یک زمین باستان‌شناسی مشابه را در زمین مدرسه درست کردند. آنها بعد از تحقیق روی فرهنگ هوهوکام، در حیاط مدرسه یک ساختمان چند اتاقه با خشت درست کردند. در سال‌های بعد، دانش‌آموزان دیگر در یک عملیات حفاری روی این زمین شرکت می‌کنند، راه‌های درست حفاری را یاد می‌گیرند و روی کُنده‌های چوب اطلاعاتی در مورد هر تکه‌ای که پیدا می‌کنند، می‌نویسند. در انتهای حفاری، دانش‌آموزان با کمک یکدیگر کتابی در مورد هر تکه از صنایع دستی پیدا شده درست می‌کنند و نتیجه‌گیری خود را از این که مردمی که آن جا زندگی می‌کردند چگونه بودند، در کتاب می‌آورند. آنها صنایع‌دستی بیشتری می‌سازند و آنهایی را که پیدا کرده‌اند دوباره خاک می‌کنند تا کلاس بعدی از آن استفاده کند. این معلم گزارش می‌دهد که این پروژه برای آموزش فرهنگ بومیان امریکایی در جوامع خود آنها بی‌نظیر است.

مدرسهٔ راهنمایی

یک کلاس آموزشی ویژه که روی «رکورد بزرگ امریکا» مطالعه می‌کرد، دریافت که پیدا کردن اطلاعات دست اوّل در مورد این که در آن زمان زندگی چگونه بوده، بسیار مشکل است. معلم کلاس با شهروندان مسن دیدار کرد و از آنها پرسید که آیا مایل به همکاری هستند یا نه. وقتی پاسخ مثبت دریافت کرد، از دانش‌آموزان خواست تا آنچه را که می‌خواهند بدانند مشخص کنند، پرسش‌ها را بنویسند، ویراستاری کنند و زمانی را که برای افراد مسن راحت باشد برای مصاحبه مشخص کنند. بعدها در همان سال، در حین بحث دربارهٔ زندگی کردن با یک درآمد مشخص، دانش‌آموزان تقاضا کردند تا با افراد مسن مصاحبهٔ دیگری داشته باشند. معلم این کلاس گزارش داد که یکی از فواید جانبی غیر منتظرهٔ این پروژه این بود که یک ارتباط صمیمی بین دانش‌آموزان و افراد مسن جامعه به وجود آمد. دانش‌آموزان برای دوستان جدید خود شام تهیه کردند و افراد مسن نیز یک برنامهٔ داوطلبانه را برای کمک به دانش‌آموزان آغاز نمودند.

دبیرستان

گروهی از دانش‌آموزان یک کلاس انگلیسی پیشرفته تصمیم گرفتند که آگاهی در مورد افراد بی‌خانمان جامعهٔ خود (حومهٔ شیکاگو) را بالا ببرند و تفکرات غلط را نیز از بین ببرند. آنها با ۱۰۰ مدیر و کارمند صحبت کردند و دریافتند که ۵۴ درصد از پاسخگویان فکر می‌کنند که مشکل بی‌خانمانی واقعاً وجود دارد و ۲۰ درصد آنها فکر می‌کنند که این مشکل روی کار آنان تأثیر می‌گذارد. این گروه یک بروشور تهیه کرد که نتایج این مطالعه را به همراه حقایقی دربارهٔ افراد بی‌خانمان در جامعهٔ خود مطرح می‌کرد.

دانش‌آموزان دیگر به مشکلات مدرسه مانند راهروهای شلوغ و سیاست حضور اجباری در کلاس پرداختند. معلم آنها معتقد است که دانش‌آموزان کلاس یک حس واقعی از نحوهٔ توصیف و برخورد با مشکلات جهان واقع به دست آورده‌اند.

اگرچه مشکلات و پروژه‌ها می‌توانند تجارب یادگیری قدرتمندی باشند، امّا آنچه

یادگرفته می‌شود ضرورتاً به مشکلات یا موقعیت‌های جدید انتقال پیدا نمی‌کند. دانش‌آموزانی که مشکلی را در محیطی حل می‌کنند، نمی‌توانند آنچه راکه آموخته‌اند به یک محیط متفاوت منتقل نمایند. یک راه حل برای این مشکل، ایجاد یک مورد اضافی و مشابه و کمک به آنان در دیدن تشابهات است. از این راه، دانش‌آموزان می‌توانند یاد بگیرند تا اصولی کلی یا نظرات کلی راکه قابل انتقال هستند، تشخیص دهند. روش دیگری برای افزایش احتمال انتقال، درگیر کردن دانش‌آموزان در داستان «اگر.... چه....؟»: «اگر این قسمت از مشکل تغییر یابد یا متغیرها متفاوت باشند چه؟» است (شورای تحقیق ملّی، ۱۹۹۹).

شبیه سازی و ایفای نقش، عناصر معناساز

در واقعیت نمی‌توان انتظار داشت که به تمامی موضوعات موادّ درسی از طریق حلّ مشکل واقعی پرداخته شود. گاهی این فعالیت‌ها نه خوشایند هستند نه عملی. در این شرایط، شبیه‌سازی‌ها روش‌های تدریس مفیدی می‌شوند. شبیه‌سازی‌ها واقعی نیستند و باید جهت رسیدن به فواید کامل طراحی شوند.

دانش‌آموزان اغلب نیاز دارند که در مقایسه و سنجش شبیه‌سازی با یک رویداد واقعی یاری شوند تا بتوانند اصول کلی را از آن بیرون بکشند. متخصصان یادگیری تجربی به ما می‌گویند زمانی که صرفِ گزارش روی یک شبیه‌سازی می‌شود باید با زمانی که صرفِ خود فعالیت می‌شود، برابر باشد. بعضی شبیه‌سازی‌ها بسیار هیجانی یا احساسی هستند و اگرچه این می‌تواند یک فایده‌ای دیگر برای یادسپاری باشد، امّا این خطر وجود دارد که دانش‌آموزان قادر نباشند شبیه‌سازی را از واقعیت جدا سازند و ناراحت یا عصبانی شوند. در بعضی موارد، مانند شبیه‌سازی شیوع بیماری ایدز، والدین باید از این فعالیت برنامه‌ریزی شده مطلع باشند. آموزگاران نیز باید بدانند که اگر دانش‌آموزان خیلی هیجانی شوند، کار را در کجا باید متوقف کنند.

سال‌های اوّلیهٔ ابتدایی

قواعد نشانه گذاری اغلب برای کودکان بی‌معنی است. یک معلم کلاس دوم از آنها می‌خواهد همانطور که بی‌صدا متن را می‌خوانند، قواعد نشانه‌گذاری را به صورت راه رفتن اجرا کنند. آنها باید وقتی به یک ویرگول می‌رسند مکث کرده، وقتی به نقطه می‌رسند توقف کنند، وقتی یک علامت سؤال می‌بینند، شانه‌هایشان را بالا بیندازند و وقتی جمله با علامت تعجب تمام می‌شود به هوا بپرند.

سال‌های آخر ابتدایی

دانش‌آموزان یک کلاس چهارم در آلبرتای کانادا، تصمیم گرفتند تا نشست نفت را شبیه‌سازی کنند یا تعیین کنند چه موادی کار جداسازی نفت از آب یا شست‌وشوی پرندگانی که احتمالاً آلوده شده‌اند را بهتر انجام می‌دهند.

آنها کاسه‌هایی را از آب و نفت پر کردند و توپ‌های پنبه‌ای (که نشانگر پرندگان بودند) را در آب وارد کردند. دانش‌آموزان دیدند که نفت به توپ چسبید و تمامی سطح آن را فرا گرفت. آنها بعد از امتحان کردن چندین ماده فهمیدند که اگر خزه روی سطح آب بریزند بیشتر نفت را به خود جذب خواهد کرد. این بار توپ پنبه با چند تکه خزه و بدون هیچ نفتی از آب بیرون آمد. آموزگار از شاگردان پرسید که فکر می‌کنند چه کسی به این اطلاعات نیاز دارد؛ مشخص شد که نخست‌وزیر کانادا نزدیکترین فرد است، و پاکتی از مواد تهیه کردند تا برای او بفرستند. این پاکت حاوی یک فیلم ویدیو که در آن دانش‌آموزان آزمایش را انجام و توضیح داده بودند، یک گزارش رسمی آزمایش، عکس‌هایی از نمای نزدیک از پرنده قبل و بعد از تمیز کردن و یک نامه بود که توضیح می‌داد چرا آنها این پاکت را برای او فرستاده‌اند.

یک معلم کلاس پنجم برای این که شاگردانش بهتر بفهمند که چرا صدا در جامدات سریعتر از گاز حرکت می‌کند، در حالی که ما فطرتاً فکر می‌کنیم که این مسأله برعکس است، از دانش‌آموزان خواست تا نقش مولکول‌ها را بازی کنند و بار اوّل مانند یک گاز

دور از هم بایستند و بعد مانند جامدات به هم بچسبند. در این آزمایش یک دانش‌آموز نماد صداست و اوّلین مولکول را لمس می‌کند و می‌گوید «بیب». سپس این مولکول بعدی را لمس می‌کند و غیره تا این که صدا از تمامی مولکول‌ها رد می‌شود. دانش‌آموزان خیلی زود می‌بینند که یک صدا از میان مولکول‌های نزدیک به هم که نشانگر یک جامد هستند چه قدر سریعتر حرکت می‌کند.

مدرسهٔ راهنمایی

دانش‌آموزان در کلاس جبر در یک مدرسهٔ راهنمایی وقت کمی را صرف حل کردن معادلات با مداد و کاغذ می‌کنند. در عوض در یک تمرین «نمودار انسانی» شرکت می‌کنند و مکان خود را به عنوان مختصات با استفاده از نوارچسب‌های روی زمین روی محور x و y پیدا می‌کنند. دانش‌آموزانی که این فعالیت را می‌بینند، شکلی را که دیده می‌شود می‌کشند و توصیف می‌کنند. روز بعد، آنها روی یک خط بزرگ عددی کشیده شده روی زمین راه می‌روند تا جمع و منهای اعداد صحیح را شبیه‌سازی کنند. در یک کلاس علوم اجتماعی، دانش‌آموزان سرگرم کشیدن تصاویر کارگران در شبیه‌سازی یک خط مونتاژ هستند. بعد از شبیه‌سازی در جلسهٔ گزارش، دانش‌آموزان مشتاقانه در مورد موافقان و مخالفان خطّ مونتاژ صحبت می‌کنند (مؤسسهٔ موادّ درسی معلمان، ۱۹۹۹). در یک کلاس دیگر، دانش‌آموزان راهنمایی انرژی معروف خود که فرایند فتوسنتز است را شبیه سازی کردند، در حالی که از آن فیلمبرداری می‌شود تا به والدین آنان در یک نمایشگاه نشان داده شود.

مغز ما در فهم اعداد بزرگ مشکل دارد؛ زیرا ما در تجربیات خود چیزی نداریم تا آن اعداد را به آن بچسبانیم. کمک به دانش‌آموزان برای فهمیدن پراکندگی جمعیت و منابع کرهٔ زمین و حفظ کردن آمار بی‌معناست. امّا در یک کلاس دوم راهنمایی، دانش‌آموزان در یک شبیه‌سازی شرکت می‌کنند تا به این داده‌ها زندگی بدهند. معلم، کلاس را به شش قسمت سیاسی / جغرافیایی تقسیم می‌کند و به دانش‌آموزان می‌گوید که تعداد

نفرات هر گروه باید به همان نسبت جهان امروز باشد. سپس آموزگار به آنان به نشانهٔ مصرف، قوطی کبریت و برای پروتئین، بادام زمینی و برای ثروت، سکه می‌دهد. دانش‌آموزان وقتی که می‌بینند مردم منطقهٔ امریکای شمالی مقدار بسیار نامتناسبی ثروت، انرژی و غذا دارند، به راحتی می‌توانند دارایی و عدم دارایی جهان را تشخیص دهند. (یک کپی از تمامی این شبیه‌سازی «غذا برای فکر» از آدرس زیر قابل گرفتن است: Zero Population Growth , 1400 16th St. NW,Washington DC 29936)

دبیرستان

یک معلم ادبیات انگلیسی قرار بود مطالعهٔ «رابین هود» را آغاز کند. او می‌خواست دانش‌آموزانش محیط تاریخی این داستان را بفهمند؛ بنابراین، یک شبیه‌سازی طراحی کرد تا به هدفش برسد. او کلاس را به شکل دو اردوگاه که نشانگر ساکسون‌ها و نورمن‌ها بودند، تقسیم کرد. او به چهار دانش‌آموز نقش مورّخ داد تا وقایع را ضبط کنند. به هر کدام از ساکسون‌ها یک بستهٔ کوچک شکلات داده شد و نورمن‌ها هیچ شکلاتی نگرفتند. معلم به آنان گفت که می‌خواهد از دو گروه پرسش‌هایی بکند تا برنده را مشخص کند. اگر ساکسون‌ها سؤالات را درست جواب می‌دادند می‌توانستند شکلات‌ها را نگه دارند، امّا اگر نورمن‌ها جواب درست می‌دادند می‌توانستند شکلات‌ها را از ساکسون‌ها بگیرند. امّا پرسش‌ها طوری طرح می‌شدند که فقط نورمن‌ها می‌توانستند جواب آنها را بگویند.

در پایان شبیه‌سازی (وقتی نورمن‌ها تمامی شکلات‌ها را گرفتند)، معلم از مورّخان خواست مشاهدات خود را بخوانند. آنها گزارش دادند که ساکسون‌ها سعی کرده بودند تا شکلات‌هایشان را مخفی کنند، قبل از دادن شکلات‌ها به دشمن آنها را خراب کنند و با عصبانیت شکلات‌ها را به سمت نورمن‌ها پرتاب کنند. نورمن‌ها خندیده و ساکسون‌ها را مسخره کرده بودند و سعی کرده بودند تا دو بسته شکلات را یکباره بگیرند. بعد از این که تمامی دانش‌آموزان نظر خود را در روزنامه دیواری نوشتند، معلم در مورد این

فعالیت با آنان صحبت و تبادل نظر کرد. دانش‌آموزان گزارش دادند که حالا می‌فهمند چرا ساکسون‌ها خانه‌هایشان را آتش زده بودند تا به دست نورمن‌ها نیفتد و چگونه جنگ‌ها اغلب نامنصفانه هستند به طوری که یک طرف منابع بیشتری از طرف دیگر دارد. این معلم گزارش می‌دهد که این بار خواندن داستان رابین هود برای این دانش‌آموزان بسیار بامعناتر از چیزی بود که در کلاس‌های قبلی دیده بود.

یک معلم علوم برای این که ترکیب یک عنصر را معنادارتر کند، بچه‌ها را به زمین فوتبال مدرسه برد و آنها را به سه دسته تقسیم کرد که نماد پروتون، نوترون و الکترون بودند. نوترون‌ها در حالت ایستاده دست‌هایشان را به حالت O بالای سرشان حلقه کردند تا بار خنثی را نشان دهند. دانش‌آموزانی که نشانگر پروتون بودند، دست‌هایشان را به دو طرف بازکردند تا بار مثبت را نشان دهند و آنهایی که نماد الکترون بودند، یک دست را به سمت جلو و دست دیگر را به سمت عقب کشیدند تا بار منفی را نشان دهند. معلم نام یک عنصر را می‌گفت و دانش‌آموزان به محل‌های مناسب می‌رفتند تا ترکیب را شبیه‌سازی کنند.

تمامی سطوح

به وجود آوردن یک کار تولیدی تجاری در کلاس درس که در آن دانش‌آموزان یک محصول را تولید می‌کنند، نوعی از شبیه‌سازی است که تجاربی در زمینه‌های برنامه‌ریزی، بازاریابی، حسابداری، برنامه‌ریزی تولید و بانکداری را فراهم می‌آورد. بعضی از مناطق آموزشی، با کمک وکلا و قضات محلی، شبیه‌سازی دادگاه را انجام داده‌اند تا دانش‌آموزان بتوانند دربارهٔ سیستم قضایی در یک محیط واقعی مطالبی بیاموزند. شبیه‌سازی یک بقالی در کلاس درس (که قفسه‌ها پر از کارتن‌های خالی مواد هستند) به دانش‌آموزان ابتدایی در زمینهٔ برنامه‌ریزی موادّ غذایی، خواندن برچسب‌ها، رساندن پول تا آخر ماه و خرد کردن پول تجربه می‌دهد. اگرچه شبیه‌سازی‌ها نیازمند برنامه‌ریزی اضافی و کار بیشتر از جانب آموزگار هستند، امّا راهی بسیار عالی‌اند تا از

طریق هیجانی بودن و تحریک انتقال دانش، معنا را بیشتر کنیم.

تمرین

۱ـ یک درسی را که معمولاً با روش سنتی درس می‌دهید، انتخاب کنید و یک شبیه‌سازی برای آن به وجود آورید تا به اهداف آن درس برسید. در پایان درس، از دانش‌آموزان بخواهید عکس‌العمل و بازتاب خود و این که ارائه این درس چه فرقی با روش‌های سنتی‌تر داشت را بنویسند.

۲ـ اگر این کتاب را به عنوان مطالعهٔ گروهی می‌خوانید، هر عضو باید از معلمان سطح خودش پرسش‌هایی کند تا شبیه‌سازی‌هایی که آنان به طور موفق استفاده کرده‌اند را پیدا کند. آنها را به شکل یک جزوه تدوین کنید و بین معلمان مدرسه پخش نمایید.

۳ـ برای پدر یا مادری که می‌خواهد بداند چرا شما در کلاس درس بازی می‌کنید و از روشهای سنتی‌تر که او نیز با همان‌ها درس خوانده، استفاده نمی‌کنید، پاسخی آماده کنید.

فصل نهم

استفاده از حواسّ بینایی و شنوایی برای بالابردن یادگیری

برای لحظه‌ای به یک خاطرهٔ به یاد ماندنی ویژه در زندگیتان فکر کنید. شاید یک سفر به کنار دریا، گشت‌وگذار و یا شاید روز عروسی‌تان یا روزی که فرزندتان وارد مهدکودک شد را به خاطر بیاورید. هر خاطره‌ای که به ذهن شما بیاید، شما آن را به صورت کلمات به خاطر نخواهید آورد، بلکه این تصاویر و صداها هستند که به ذهن شما می‌آیند. البته وقتی شما این خاطره را برای کسی تعریف می‌کنید، از کلمات استفاده می‌کنید. امّا آنچه که شما توصیف می‌کنید همان چیزی است که درون سرتان می‌شنوید و می‌بینید.

همان طور که در فصل ۵ گفتیم، **دانیل سیگل** توضیح می‌دهد که وقتی شما از لحاظ ذهنی یک تصویر را می‌بینید یا صدایی را می‌شنوید، مسیرهای عصبیی را که اوّلین بار با دیدن یک محرک ساخته شده را دوباره فعال یا بازسازی می‌کنید. در حقیقت تقریباً غیرممکن است که صداها و تصاویر را به یاد نیاوریم. اگر من بگویم «یک فیل را تصور کنید یا آهنگی را بخاطر بیاورید» شما فیل را در ذهنتان تصویر می‌کنید یا آهنگ را می‌شنوید. اگر بگویم، فیل را تصور نکنید یا فلان آهنگ را در ذهن خود نشنوید، باز هم فیل را می‌بینید یا آهنگ را می‌شنوید. این توانایی‌های حسی، اجزای قدرتمند عملکرد

مغزی هستند و ما می‌توانیم از آنها در کلاس درس استفاده کنیم تا فهم و یادسپاری اطلاعات را توسط دانش‌آموزانمان بالا ببریم.

ارزش یک تصویر برابر است با حداقل ۱۰۰۰۰ واژه

انسان‌ها حیواناتی بسیار تصویری هستند. چشم‌ها نزدیک ۷۰ درصد از گیرنده‌های حسی بدن را دارا هستند و میلیون‌ها پیام را در هر ثانیه از طریق عصب‌های بینایی به مراکز پردازش تصویر مغز می‌فرستند. پس تعجبی ندارد که اجزای تصویری یک خاطره این قدر قوی هستند. اگرچه هر کدام از ما این توانایی را دارد تا اطلاعات شنیداری و حرکتی را پردازش کند، امّا ما از طریق بینایی اطلاعات بیشتری از سایر حواس دریافت می‌کنیم.

من هرگز یک چهره را فراموش نمی‌کنم

مطالعاتی وجود دارند که تأیید می‌کنند مغز چه قدر خوب اطلاعات تصویری را پردازش و به خاطر می‌سپارد. یکی از چشمگیرترین آنها، مطالعه‌ای بود که توسط **لیونل استندینگ** در دانشگاه بیشاپ کانادا انجام شد. او به افراد داوطلب ۱۰۰۰۰ تصویر اسلاید نشان داد که موضوعات مختلفی را دربرمی‌گرفتند. هر کدام از این عکس‌ها در مدت پنج روز به مدت ۵ ثانیه به داوطلبان نشان داده شدند. در پایان روز پنجم، ۱۶۰ تصویر از ۱۰۰۰۰ تصویر به طور تصادفی به آنها نشان داده شد تا آنها را آزمایش کند. محققان هر بار دو تصویر به داوطلبان نشان دادند که یکی از آنها را دیده و دیگری را ندیده بودند؛ در هر دو تصویر، داوطلبان باید تصویری را که قبلاً دیده بودند انتخاب می‌کردند. شگفت‌آور این که ، افراد در ۷۳ درصد موارد تصویر درست را انتخاب کردند (اسکویر و کندل ۲۰۰۰، استندینگ ۱۹۷۳).

در مطالعه‌ای مشابه، محققان به افراد عکس‌های همکلاسی‌هایشان را دو ماه بعد از

فارغ التحصیلی نشان دادند. تعجبی نداشت که آنها توانستند ۹۰ درصد کسانی را که در کلاسشان بودند شناسایی کنند. نکتهٔ جالب این است که درصد شناسایی همکلاسی‌ها بعد از ۱۵ سال باز هم نزدیک به ۹۰ درصد بود. به نظر می‌رسد که ظرفیت حافظهٔ درازمدت تصاویر تقریباً نامحدود باشد (باهریک، باهریک و ویت لینگر، ۱۹۷۶).

این حقیقت که تصاویر به خاطر سپردنی هستند نه تنها توسط تحقیقات بلکه از طریق مشاهدهٔ خود ما نیز حمایت می‌شود. وقتی ما در یادآوری چیزی مشکل داریم، اغلب ناتوانی خود در توصیف آن را عدم توانایی خود در تصورکردن آن می‌دانیم. احتمالاً شما تجربهٔ این را دارید که امتحانی بدهید و بعد سعی کنید تا اطلاعاتی که در قالب یک جدول یا طرح ارائه شده بود را به خاطر بیاورید. شما می‌توانید در ذهن خود جدول را ببینید و به یاد آورید که در کجای صفحه قرار داشت و با کمی خوش‌شانسی ممکن است حتی به خاطر بیاورید جدول چه اطلاعاتی داشت.

فکر کردن در قالب تصاویر

تصاویر نه تنها کمکی قدرتمند برای یادسپاری هستند بلکه درک را نیز افزایش می‌دهند. تصور کنید که بخواهید ساختار یک اتم را بدون یک طرح بفهمید یا عملکرد یک موتور احتراق داخلی را بدون یک نمودار جانبی درک کنید. توانایی ما برای انتقال افکار به تصاویر اغلب به عنوان آزمایشی برای فهم درست به حساب می‌آید. امّا بعضی افراد اطلاعات را برعکس پردازش می‌کنند؛ یعنی، اطلاعات را از طریق تصور کردن درک می‌کنند. یکی از این افراد، **آلبرت اینشتین** بود که اطلاعات را ابتدا به صورت تصاویر پردازش می‌کرد تا به صورت نوشته یا گفتار. او نوشته است که اغلب نظراتش کم و بیش به صورت تصاویری واضح به ذهنش خطور می‌کردند و در بیان کردن نظراتش اغلب دچار مشکل می‌شد (شاو، ۲۰۰۰). یک مثال دیگر **تمپل گراندین** بود. او پروفسور علوم حیوانی در دانشگاه کالورادو و متخصصی صاحب نام در طراحی امکانات دامداری بود. گراندین در کتاب زندگی نامه‌اش به نام «فکر کردن در قالب تصاویر» توضیح داده است

که تنها راهی که او مفاهیم نظری را می‌فهمد از طریق تصور کردن آنان است (گراندین، ۱۹۹۵).

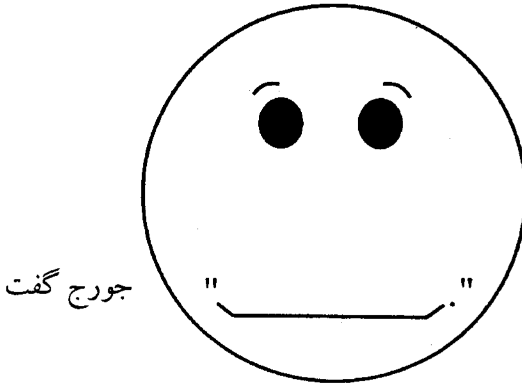
شیمیدانی به نام گوردون شاو در کتابش به نام «نگه داشتن موتزارت در ذهن» توضیح می‌دهد که چه قدر استدلال فضایی گیجگاهی برای فهم مفاهیم علوم و ریاضی مهم است (شاو، ۲۰۰۰). یکی از ویژگی‌های مشخص این نوع استدلال، توانایی ما در انتقال مفاهیم نظری به تصاویر است. شاید به همین دلیل است که دانش‌آموزان کلاس پنجم در ضرب و تقسیم کسرها مشکل دارند. برای بیشتر دانش‌آموزان ایجاد یک تصویر ذهنی از $\frac{1}{4}\times\frac{1}{3}$ بسیار مشکل است (می‌توان این مسأله را فهمید؛ یعنی، بفهمید که $\frac{1}{4}\times\frac{1}{3}$ در اصل به معنای $\frac{1}{4}$ از $\frac{1}{3}$ یک کل است). شاو و همکارانش اطلاعات جالبی جمع کرده‌اند که نشان می‌دهد آموزش کلیدهای پیانو به همراه یک برنامهٔ رایانه‌ای که از تصاویر برای تشریح مفاهیم ریاضی و علوم استفاده می‌کند، به طور خارق‌العاده‌ای فهم و نمرهٔ ریاضی دانش‌آموزان ابتدایی را بالا می‌برد. ادامهٔ این فصل، جنبهٔ موسیقایی این تحقیق را نشان می‌دهد.

مطالعات بسیاری تأثیر تقویت کنندهٔ تصور کردن، به ویژه عکس‌ها را روی یادگیری و حافظه نشان داده‌اند. در یک مطالعه، فهم و یادآوری کلمات جدید توسط دانش‌آموزان کلاس ششم با استفاده از دو روش مختلف آزمایش شد. یک گروه معنای فرهنگ لغت واژه‌ها را حفظ کردند، در حالی که گروه دیگر تصاویر استنباطی خود از آن واژه‌ها را کشیدند. یادسپاری واژه‌ها در گروه دوم بسیار بالاتر بود (بول و ویتراک، ۱۹۷۳). محققان با استفاده از فرایند تقویت حافظهٔ تصویری، که در آن افراد صدای یک واژه را به تصویر یک اسم نظری مرتبط می‌کنند، یادسپاری واژه‌های اسپانیایی را از ۲۸ درصد به ۸۸ درصد ارتقا دادند (اتکینسون و راف ۱۹۷۵، راف و اتکینسون ۱۹۷۵).

روش‌های کلاسی با استفاده از پردازش تصویری

در مدرسهٔ ابتدایی استفاده از تصاویر یا نقاشی کردن، گاهی برای بچه‌ها مشکلاتی به

تصویر ۱ـ۹
نشان دادن علامت نقل قول



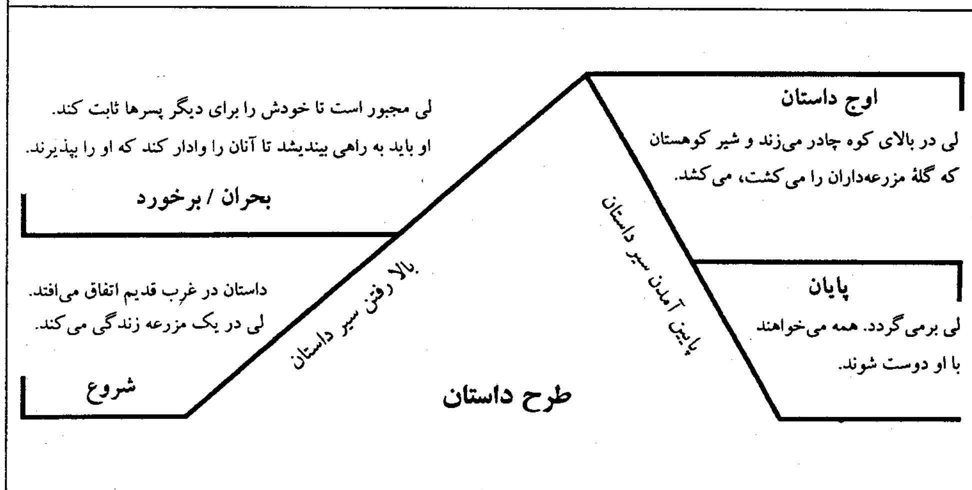
وجود می‌آورد؛ چون مهارت‌های نقاشی کودکان محدود است می‌توان از «تصاویر تحمیلی» استفاده کرد که در این صورت دانش‌آموز از تصویری که آموزگار به او داده است استفاده می‌کند. استفاده از این تصاویر اغلب برای بچه‌های مهد کودک و کلاس اوّل‌ها ضروری است. امّا برای شاگردان بزرگتر، «تصاویر القایی» ـ که در آن شاگردان خود تصویر را خلق می‌کنند ـ معمولاً مؤثرتر هستند.

آموزگاران می‌توانند محلّ درست قرار دادن علامت نقل قول در نوشتن مکالمات را با کشیدن یک صورت شاد روی تخته و قرار دادن علامت نقل قول در دو طرف دهان به دانش‌آموزان یاد دهند. (تصویر ۱ـ۹ را ببینید.)

مدرسهٔ راهنمایی

یک معلم علوم به دانش‌آموزان دستور داد تا به شکل یک ورق دو قسمتی یادداشت بردارند. دانش‌آموزان در سمت چپ صفحه از آنچه می‌خواندند یادداشت برمی‌داشتند

تصویر ۲ـ۹
نمودار طرح یک داستان



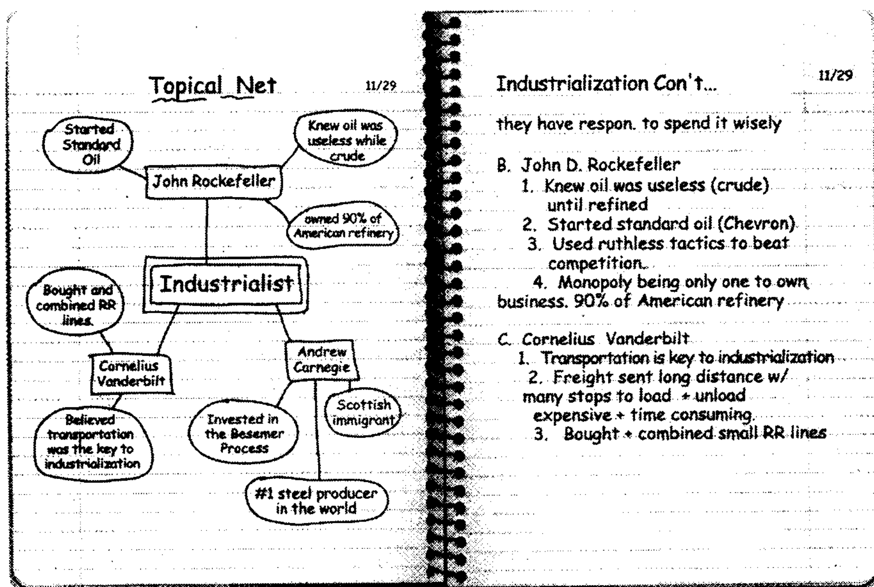
و در سمت راست شکلی می‌کشیدند تا نشانگر چیزی باشد که نوشته‌اند.

از دانش‌آموزان یک کلاس ریاضی خواسته شد تا مشخص کنند کدام یک از اعداد اعشاری ۰/۰۸، ۰/۸، ۰/۰۸۰ یا ۰/۰۰۸۰۰۰ بزرگتر است و دلیل آن را توضیح دهند. بیشتر دانش‌آموزان جواب درست ۰/۸ را انتخاب کردند، امّا توضیح آنها (۰/۸ بزرگتر است؛ چون هیچ صفری قبل یا بعدش وجود ندارد) نشان داد که آنها مفهوم را درست نفهمیده‌اند. آموزگار از آنان خواست تا چیزی بکشند که ارزش این اعداد را نشان دهد و سپس طرح‌های خود را در اختیار یکدیگر بگذارند. این کار منجر شد به این که دانش‌آموزان فهمیدند برای درست به تصویر کشیدن این مفهوم چندین راه متفاوت وجود دارد.

معلم انگلیسی یک مدرسهٔ راهنمایی چارچوب یک داستان کوتاه را با کشیدن طرح داستان روی یک نمودار نشان می‌دهد (تصویر ۲ـ۹ را ببینید).

تصویر ۳ـ۹
یک دفترچه یادداشت کنش متقابل

سمت راست	سمت چپ
پردازش اطلاعات ورودی	پردازش اطلاعات خروجی
توسط شاگرد	توسط شاگرد



دبیرستان

یک معلم تازه کار انگلیسی تصمیم گرفت دانش‌آموزان را در درس واژگان هفتگی بیشتر درگیر نماید؛ بدین صورت که به آنها اجازه داد تا برای خود یک هم گروهی انتخاب کنند تا به آنها کمک کند به همکلاسی‌هایش یک واژه را بیاموزد. او از گروه‌ها خواست تا واژه را طوری ارائه کنند که هر کسی در کلاس واژه را همیشه به خاطر داشته باشد البته نه تا

زمان امتحان بلکه تا آخر عمر. او، از این که دید تدریس دو یا سه دقیقه‌ای شاگردان به همکلاسی‌هایشان چه قدر خلّاق بود و این که دانش‌آموزان از این روش جدید مطالعهٔ واژگان لذت بردند، شگفت‌زده شد. بسیاری از دانش‌آموزان از پوسترها یا تخته برای به تصویر کشیدن واژه‌های خود استفاده کرده بودند.

در روش تاریخ زنده فهم و یادداشت‌برداری شاگردان از راه داشتن یک دفترچهٔ تقابلی توسعه می‌یابد (تصویر ۳ـ۹ را ببینید). در طول یک سخنرانی یا خواندن یک متن، معلم از شاگردان می‌خواهد تا با استفاده از یکی از روش‌های پیشنهادی با یادداشت‌هایشان ارتباط متقابل داشته باشند. بعضی از روش‌ها عبارتند از: ایجاد یک نقشه یا شبکهٔ محتوایی، کشیدن یک تصویر یا کشیدن یک صحنهٔ ویژه. آموزگارانی که از این روش استفاده می‌کنند گزارش می‌دهند که این روش منجر به افزایش یادسپاری و فهم محتوای مطالعه شده می‌شود (مؤسسهٔ موادّ درسی معلمان، ۱۹۹۹).

تمام سطوح

بسیاری از آموزگاران از طراحی برای کمک به سازماندهی تفکر دانش‌آموزان استفاده می‌کنند. این طرح‌ها که به نقشه‌های فکری یا ذهنی، شبکه‌ها، شاخه‌ها، درختچه‌ها یا دوایر خورشیدی موسوم هستند به ویژه در افزایش فهم و یادسپاری اطلاعات توسط شاگردان مفید هستند. شاید به این دلیل باشد که این طرح‌های تصویری به ما امکان می‌دهند تا ارتباط بین ابعاد اطلاعات که در شکل خطی مثل یک نقل قول یا طرح کلی مشخص نیستند را ببینیم. ساختار این چارچوبها شبیه به ساختاری است که مغز برای سازماندهی اطلاعات از آن استفاده می‌کند.

به یاد داشته باشید که ابعاد مختلف یک چیز یا یک واقعیت آموخته شده، در یک محلّ خاص از مغز ذخیره نمی‌شوند بلکه در شبکه‌هایی از شبکه‌ها ذخیره می‌شوند. تصاویر در قشر دیداری و صداها در قشر شنیداری ذخیره می‌شوند و الی آخر. شاید به همین دلیل باشد که نقشه برداری تصویری از اطلاعات برای بالابردن قدرت ذخیره و

یادسپاری اطلاعات شاگردان مفید است؛ چون، شبیه به ساختاری است که توسط مغز استفاده می‌شود.

معلمان می‌توانند بسته به نتیجهٔ مورد نظر خود، یکی از ساختارهای تصویری فراوان را انتخاب کنند. آنها می‌توانند از طراحی، موسوم به سازماندهان پیشرفته، استفاده کنند تا به شاگردان کمک نمایند که اطلاعات را در یک قالب از پیش تعیین شده سازماندهی کنند. جدول ۱ ـ ۹ مثالی است که یک معلم به وجود آورده است تا به دانش‌آموزان خود کمک کند روی ابعاد ضروری یک فصل از یک کتاب در مورد محیط زیست تمرکز نمایند.

یکی دیگر از سازماندهان تصویری، همان شبکهٔ آشنا یا نقشهٔ حبابی است. این سازماندهان تصویری استفاده‌های زیادی دارند. می‌توان از آنها قبل از نوشتن استفاده کرد تا به شاگردان کمک کنیم ابعاد مختلف یک موضوع که ممکن است در انشای آنان بیاید را مطرح کنند. همچنین، ممکن است برای این استفاده شود که آنچه را شاگردان

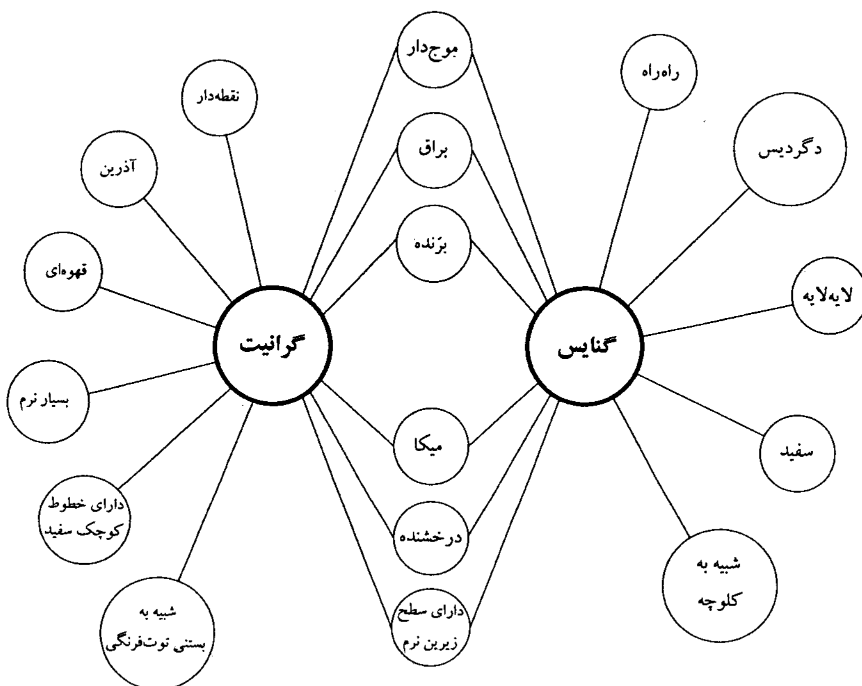
جدول ۱ـ۹

یک سازنده پیشرفته

مکان	آب‌وهوا	گیاهان اصلی	حیوانات اصلی	فعالیت‌های انسان	مشکلات زیست محیطی
جنگل بارانی مناطق حاره					
بیابان					
چمنزارهای مناطق‌معتدله					

دربارهٔ موضوعی می‌دانند، قبل از شروع یک درس نمایش دهیم و سازماندهی کنیم. مورد استفادهٔ دیگر آن به عنوان چارچوبی برای سازماندهی موارد اصلی و شاخه‌های فرعی موضوعاتی است که دانش‌آموزان در یک متن می‌خوانند. تصویر ۴ ـ ۹ نمونه‌ای از «حباب دوگانه» است که برای فهم دانش‌آموزان از خواصّ مشترک و تفاوت‌های دو مادهٔ معدنی سازماندهی شده است. کتاب «راهنمای زمینه‌ای برای استفاده از ابزارهای تصویری» (هیرل، ۲۰۰۰) یک منبع عالی اطلاعاتی در ارتباط با اشکال فراوان طراحی و

تصویر ۴_۹
یک نقشه دو حبابی



ویژگیهای مشترک و غیرمشترک گنایس و گرانیت

کاربرد آنان در محیط‌های آموزشی است. (تصویر ۴ ـ ۹: یک نقشهٔ دوحبابی)

موسیقی (وزن و قافیه) جذبه‌های زیادی دارد

ما به موسیقی از لحاظ هنری و فرهنگی نگاه می‌کنیم، امّا دانشمندان دریافته‌اند که موسیقی یک فعالیت عصبی بسیار پیچیده است. امواج صدا وارد گوش می‌شوند و به وسیلهٔ عضو قشری حلزون گوش تبدیل به پیام‌های عصبی می‌شوند. از آن جا، پیام‌ها جهت پردازش به مناطق ویژه‌ای در لُب‌های گیجگاهی چپ و راست ارسال می‌شوند. فرض کنیم امواج صوتی که وارد گوش ما می‌شوند، نُت‌های یک سمفونی هستند. برای این که ما از موسیقی سر در بیاوریم، پیام‌ها باید از لب‌های گیجگاهی به حافظهٔ فعال در لب جلویی بروند. صداها در طول زمان باز می‌شوند، و مغز ما برای اینکه آنها را با صداهای جدیدی که به مغز وارد می‌شوند، مقایسه کند باید قادر باشد تا برای توالی صداها مدت چند ثانیه یا دقیقه صبر نماید. این چیزی است که حافظهٔ فعال بسیار عالی انجام می‌دهد. این مسأله به ما امکان می‌دهد تا اطلاعات موسیقایی را برای مدت زمانی نگه داریم تا آن را رمزگشایی کنیم.

لب‌های جلویی محلی است که صداها به عنوان الگوهایی از نت و عبارات موسیقایی که قطعات موسیقی یا سمفونی‌ها را می‌سازند، در آن مشخص می‌شود.

برخلاف تفکرات غلط که موسیقی متعلق به نیمکرهٔ راست است، روش‌های عکسبرداری جدید نشان داده‌اند که موسیقی در مناطق ویژه‌ای در هر دو نیمکره تقسیم می‌شود. در حقیقت، بسته به این که شما موسیقی را می‌خوانید، ساز می‌نوازید، آهنگ می‌نویسید، ضرب می‌گیرید یا فقط به آهنگ گوش می‌کنید، تجارب موسیقایی زیادی می‌تواند سیستم‌های شناختی، بینایی، شنوایی، مؤثر و حرکتی را فعال کنند.

مکانیزم‌های ذهنی که موسیقی را پردازش می‌کنند به طور عمیقی با دیگر ساختارهای اساسی مغز از جمله هیجان و احساسات حافظه، حتی زبان همکاری دارند. تحقیقات نشان می‌دهند که مغز انسان از قبل آماده شده است تا الگوها را در موسیقی و

زبان ردیابی کند. جالب است که ما انواع مشخصی اِز الگوهای موسیقایی را به بقیه ترجیح می‌دهیم. محقق کانادایی، خانم سندرا ترهوب، دریافته است که نوزادان قطعات موزون را به قطعات ناموزون ترجیح می‌دهند. نوزادان چهارماهه ترجیح می‌دهند تا قطعات اصل نوشته شده توسط موتزارت را گوش کنند تا قطعات موتزارت که به صورت غیرطبیعی اجرا شده‌اند (کروم هانسل و جوسزیک، ۱۹۹۶).

موسیقی و هیجان

تأثیر هیجانی موسیقی به اثبات رسیده است. **رابرت زاتور**، عصب شناس دانشگاه مک جیل مونترئال از تصویربرداری برشی از انتشار پوزیترون استفاده کرد تا تغییرات جریان خون مغزی مرتبط با پاسخ‌های تأثیر گذار به موسیقی را بررسی کند. او به این نکته دست یافت که بخش‌هایی از مغز که درگیر پردازش هیجان بودند، وقتی انسان موسیقی می‌شنود به دلیل فعالیت روشن‌تر می‌شوند (بلارد، زاتور، برمودز و اوانس، ۱۹۹۹). تعجبی ندارد که موسیقی می‌تواند دامنهٔ وسیعی از هیجانات مانند، شادمانی، آرامش یا ترس را برانگیزد. بیشتر ما می‌توانیم لحظاتی را به یاد آوریم که موسیقی تغییراتی در سطح هیجانی ما به وجود آورده است ـ شاید وقتی به یک آهنگ شاد و یا موسیقی پس زمینهٔ یک فیلم جنایی گوش می‌کردیم. دلیل برانگیختگی هیجانی این است که موسیقی مقدار چندین مادهٔ شیمیایی از جمله اپی‌نفرین، اندورفین‌ها و کورتیزول را که هورمونهای فعال در پاسخ جنگ یا گریز هستند، تحت تأثیر قرار می‌دهد. در فصل ۶ دیدیم که یکی از ارتباطات بین هیجان و حافظه همین پیام‌رسان‌های عصبی و هورمون‌ها هستند. شاید به همین دلیل است که یک قطعه موسیقی از گذشتهٔ ما می‌تواند خاطرات بسیار روشنی را در ذهن ما روشن کند.

شما باید این را به خاطر داشته باشید که ...

شما در هر سنی که باشید اگر در یک محیط فارسی زبان بزرگ شده باشید می‌توانید

جملات زیر را کامل کنید: «اتل متل توتوله...» ؛ «یه توپ دارم قل قلی یه......». شکی وجود ندارد که وقتی اطلاعات داخل آهنگ‌ها یا وزن‌ها شد، یادآوری آن بالاتر می‌رود. مردم معمولاً می‌توانند اشعار دارای آهنگ و وزن را به یاد بیاورند، امّا در یادآوری شعرهای دیگر کمتر موفق می‌شوند.

اگرچه دانشمندان زیادی باور دارند که زبان و موسیقی ارتباط نزدیکی دارند و مدارهای عصبی یکسانی دارند، امّا موسیقی (یا وزنی که موسیقی دارد) برای یادآوری بسیار سودمند است. ما می‌توانیم از این گرایش طبیعی مغز برای طراحی فعالیت‌های آموزشی که یادسپاری انواع خاصی از اطلاعات را بالا می‌برند، استفاده کنیم.

موسیقی، موتزارت و ریاضی

همهٔ شما تا به حال از اثرات موسیقی شنیده‌اید. رسانه‌های خبری و مجله‌های زیادی موسیقی را به عنوان راهی برای بالا بردن آرامش و تمرکز، تقویت هوش در اطفال و بالا بردن هوش ریاضی توصیه کرده‌اند. امّا آن تحقیق اوّلیه که باعث انتشار چنین داستان‌هایی شد، چنین ادعایی نکرد. طبق گزارش **گوردون شاو** (فیزیکدان) و همکارانش در دانشگاه کالیفرنیا در مجلهٔ طبیعت ۱۹۹۱، دانشجویانی که به یکی از قطعات موتزارت گوش کرده بودند در انجام فعالیت‌های استدلالی بهتر از کسانی عمل کردند که یک موسیقی آرامش‌بخش گوش کرده بودند یا قبل از فعالیت در سکوت به سر برده بودند. امّا این تأثیرات فقط ۱۰ دقیقه باقی ماندند. این گزارش نشان داد که تصور مردم دنیا از تأثیرات موسیقی، راهی بیهوده برای تقویت هوش است و در نتیجه، مقالات و کتاب‌های زیادی ادعاهایی کرده‌اند که اغلب به اثبات نرسیده‌اند.

اگرچه مردم تأثیر موسیقی را به اشتباه تفسیر کرده‌اند، امّا موسیقی واقعاً تأثیراتی سودمند روی یادگیری دارد. شاو معتقد است که موسیقی بسیاری از عملکردهای سطح بالای مغز مانند ریاضی و علوم را مورد استفاده قرار می‌دهد و آموزش در قالب موسیقی می‌تواند این عملکردها را افزایش دهد. او به همراه **فرانسیس راشر** در دانشگاه

وسیکونسین مطالعات اضافی دیگری انجام دادند که ارتباط بین موسیقی و استدلال فضایی گیجگاهی را بررسی می‌کرد (شاو، ۲۰۰۰). استدلال فضایی گیجگاهی یک توانایی برای تصور کردن مشکل و راه حل آن است که معمولاً به فهم مفهومی بیشتر یک مسأله منجر می‌شود. تمپل گراندین که در ابتدای این فصل نام او را بردیم، در این نوع استدلال استعداد بالایی دارد.

مطالعات شاو نتایج جالبی به همراه داشته است. شاو و همکارانش یک برنامهٔ رایانه‌ای به نام استدلال فضایی گیجگاهی نقاشی متحرک ساخته‌اند که به شاگردان امکان می‌دهد تا معماهای ریاضی و هندسه‌ای را حل کنند که این، قدرت کارکردن با اشکال را در ذهنشان افزایش می‌دهد. ترکیب کردن آموزش این برنامه با آموزش کلیدهای پیانو منجر به این شد که نمرهٔ ریاضی نسبی و کسرهای دانش‌آموزان کلاس دوم آن شهر ۲۷ درصد بالاتر از بچه‌هایی شود که از طریق رایانه آموزش زبان انگلیسی دیده و با این برنامه کارکرده بودند. نصف بچه‌های کلاس دوم نمره‌هایی برابر با بچه‌های کلاس پنجم در منطقهٔ مرفّه مجاور گرفتند و نمرهٔ آنها دو برابر بچه‌هایی شد که هیچ کدام از آموزشها را ندیده بودند (شاو، ۲۰۰۰). اگرچه بازی رایانه‌ای نقش مهمی در بالا بردن استدلال فضایی گیجگاهی شد، امّا موسیقی عامل تعیین‌کننده‌ای بود؛ چون دانش‌آموزانی که نمرهٔ پایین آورده بودند با بازی رایانه‌ای نیز بازی کرده بودند.

استفاده از موسیقی، وزن و قافیه در کلاس درس

آموزگاران می‌توانند برای تقویت فضای کلاس و یادگیری دانش‌آموزان راه‌های زیادی برای استفاده از موسیقی پیدا کنند. انواع مشخصی از موسیقی روی الگوی امواج مغز تأثیر می‌گذارند و فعالیت مغز را کند یا تند می‌کنند. بعضی معلمان گزارش داده‌اند که آهنگ‌های کلاسیک دانش‌آموزان را آرام و ساکت می‌کند، در حالی که مارش‌های نظامی تأثیر انرژی‌زا دارند. انواع مختلف موسیقی باید استفاده شوند تا قدرت شاگردان را برای تحلیل صداها و الگوهای موسیقایی بیشتر کند و درک آنها از نحوهٔ برقراری ارتباط

آهنگسازان توسط موسیقی‌شان را بالاتر ببرد.

موسیقی می‌تواند وسیله‌ای قدرتمند برای تکمیل زمینه‌های درسی مختلف باشد. الگوها و سمبل‌های موسیقی، مفاهیم زیربنایی هستند که به قابل‌فهم‌تر کردن ریاضی کمک می‌کنند؛ برای مثال، یک ارتباط طبیعی این است که هنگامی که شاگردان ارزش نُت‌های کامل، نصفه و یک چهارم را یاد می‌گیرند به آنها کسر را نیز یاد بدهیم. ما می‌توانیم مطالعهٔ تاریخ را با دیدن تأثیرات آهنگ‌های وطن‌پرستانه روی احساسات و رفتار مردم تقویت نماییم. اگر دانش‌آموزان یاد بگیرند که مردم چه طور از ضرب طبل و ترانه‌های دوره گردی استفاده کرده‌اند تا اطلاعات یا اجزای یک فرهنگ را از محلی به محل دیگر منتشر کنند، می‌توانند فهم بیشتری از ارتباط آنها داشته باشند. در یک کلاس فیلمسازی یا داستان‌نویسی، دانش‌آموزان می‌توانند تجربه کنند که وقتی یک فیلم وحشتناک تماشا می‌کنند، چه طور انواع مختلفی از موسیقی احساس آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

وزن و قافیه مکانیزم‌های زیادی برای ذخیرهٔ اطلاعات فراهم می‌آورند که یادسپاری آنها، در غیر این صورت، مشکل می‌بود. همان‌گونه که قبلاً گفتیم، یادآوری اطلاعاتی که در قالب موسیقی یا قافیه باشد بسیار راحت‌تر از یادآوری همان اطلاعات در قالب نوشته است. بچه‌های کوچکی را در نظر بگیرید که آهنگ‌ها و شعرهای بچه‌گانه‌ای را که آموخته‌اند، به راحتی می‌خوانند. در فصل ۶ دیدیم که بچه‌های ۵ ساله می‌توانند به طور خودآگاه با تقریباً دو تکه اطلاعات در یک زمان کار کنند که به نظر می‌رسد ظرفیت حافظه‌هایشان را بسیار محدود می‌کند.

یکی از آرزوهای کلاس اوّلی‌ها این است که روز اوّل مدرسه بتوانند بخوانند. یک معلم خلّاق این انتظار آنها را برآورده کرد. او یک شعر ساده را در یک کتابچهٔ کوچک برای هر بچه نوشت. آنها این شعر را چندین بار در طول روز با آهنگ خواندند، تصاویر کتاب‌هایشان را رنگ کردند و آن شعر را برای همدیگر خواندند. در پایان روز اوّل مدرسه، هر کدام از بچه‌ها کلمات شعر را برای معلمش می‌خواند و مدرکی دریافت

می‌کرد که نشان می‌داد آن بچه در اوّلین روز مدرسه خواندن را یاد گرفته است.

آهنگ‌های آگهی‌های تجاری

آهنگها، اشعار روحوضی و ترانه‌هایی وجود دارند که می‌توانند برای یاد دادن مفاهیم زیادی به دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گیرند. اگرچه اینها ابزارهای کمک آموزشی سودمندی هستند، امّا شاید ارزشمندتر این باشد که دانش‌آموزان اگر می‌توانند خودشان این ابزارها را بسازند و به وجود آورند.

تمرین

۱ـ مفهومی را که شاگردان معمولاً در فهمیدن آن مشکل دارند انتخاب کنید و یک طرح سازمان دهنده برای آن بکشید. به شاگردان موضوعات اصلی و فرعیی را که باید روی آن کار کنند بدهید و از آنها بخواهید تا موضوعات را درون سازمانده قرار دهند. در انتهای درس از شاگردان بپرسید که آیا این طرح به آنها کمک کرد تا افکار خود را سازماندهی کنند و مفهوم را بهتر بفهمند.

۲ـ اگر گروه مطالعاتی شما کتابچه‌ای حاوی شبیه‌سازی‌ها تهیه کرده، شما نیز از آموزگاران پرس‌وجو کنید و مثال‌هایی از تصاویر، آهنگ‌ها، قافیه‌ها و... که معلمان موفق به استفاده از آنها شده‌اند را به کتاب اضافه کنید.

۳ـ برای همکار یا والدین شاگردی که شنیده است گوش دادن به موسیقی انسان را باهوشتر می‌کند، پاسخ قانع کننده‌ای آماده کنید.

فصل دهم

مجموعه‌ای از روش‌های سازگار با مغز

بحث «تمرین» در فصل ۶ نشان داد که دانش‌آموزان برای ورزیده شدن در بعضی مهارت‌ها باید بارها و بارها آن را تمرین کنند. هیچ راه میان‌بُری برای یادگرفتن خواندن یا نواختن فلوت وجود ندارد؛ هر دوی آنها نیازمند مقدار زیادی تمرین تکراری با راهنمایی یک معلم ماهر هستند. این مهارت‌ها در مجموعهٔ حافظهٔ روالی قرار می‌گیرند (یعنی آموختن و یادآوری این که کاری را چگونه انجام دهیم). برای حافظهٔ معنایی ـ ماهیت و قوانین زبان، ریاضیات و دانش عمومی ما دربارهٔ جهان ـ تمرین تکراری، آن تأثیر لازم را ندارد. برای ذخیرهٔ اطلاعات معنایی، نوع دیگری از تمرین به نام تمرین تشریحی نیاز است.

این فصل، توضیح روش‌هایی است که برای افزایش معنا، اطلاعات را شرح می‌دهند و نیز امکان یادسپاری را بالا می‌برند. در بیشتر موارد، این روش‌ها جدید یا اسرارآمیز نیستند. بعضی از آنها، مانند روش‌های تقویت حافظه، هزاران سال استفاده شده‌اند. امّا ما با آگاهی بیشتر از نحوهٔ پردازش اطلاعات توسط مغز، کم‌کم درمی‌یابیم که چرا این روش‌ها مفید هستند و می‌توانیم آنهایی را که با نیازهای دانش‌آموزانمان در موقعیت‌های

یادگیری خاص تطابق دارند را انتخاب کنیم.

بالا بردن ادراک از طریق فعالیت‌های نوشتاری

بنا به گفته‌ای، «نوشتن روش طبیعت است که به ما نشان می‌دهد چه قدر تفکراتمان نامرتب است». هر کسی که یک مقاله یا کتاب نوشته باشد، می‌داند که این گفته چه قدر درست است. نوشتن و تفکر ارتباط محکمی با هم دارند؛ به طوری که نوشتن می‌تواند مانند ابزاری برای تصفیهٔ تفکر به کار آید. در ضمن، فعالیت پیچیده و شناختی زیاد برای تمرین نوشتن، نوشتاری روانتر و پر محتواتر به وجود می‌آورد. فعالیت‌های نوشتاری در مجموعهٔ تمرین‌های تشریحی قرار می‌گیرند، چون دانش‌آموزان را محک می‌زنند تا آنچه را که می‌آموزند، به طور مشخص سازماندهی و بیان کنند.

نوشتن برای یادگیری ریاضیات

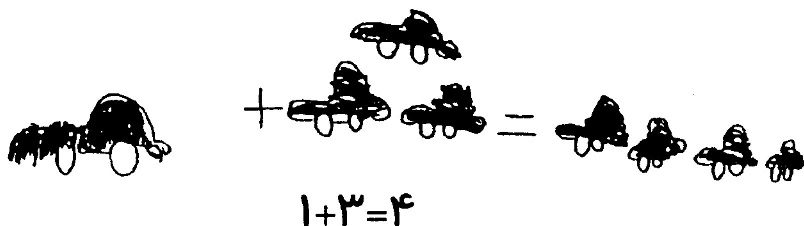
درک دانش‌آموزان از مفاهیم ریاضی در هر سطحی که باشند می‌تواند توسط نوشتن آنچه که مطالعه می‌کنند، بالاتر برود. می‌توانیم به شاگردان ابتدایی یاد بدهیم جملات ساده‌ای بنویسند که معادله‌ها را توضیح بدهد. تصویر ۱-۱۰ درک یک دانش‌آموز کلاس اوّل را از جمع نشان می‌دهد.

هدف از آموزش ریاضی این است که در شاگردان مهارت‌هایی را پرورش دهیم که در حلّ مسائل زندگی واقعی مرتبط با اعداد به آن نیاز دارند. ما معمولاً در ارائهٔ تمرین برای حلّ مسائل ریاضی به مشکل کلامی برمی‌خوریم. امّا این مسائل اغلب اوقات نظری و بی‌معنا هستند. وقتی شاگردان برای همکلاسی‌های خود مسائلی می‌نویسند تا آنها حل کنند، مسائل معنای بیشتری دارند و لذتبخش‌تر هستند. این مسأله را که یک دانش‌آموز کلاس چهارم نوشته است در نظر بگیرید: «معلم ما روزی ۵۰ کیلومتر در ساعت صحبت می‌کند. در ۴۵ دقیقهٔ اوّل کلاس، او چند کیلومتر صحبت کرده است؟» دانش‌آموز دیگری این مسأله را نوشت: «من ۳۷ مورچه داشتم. ۱۵ تای آنها را در تخت خواهرم و

۱۶ تای آنها را در ظرف آرد مادرم گذاشتم. چند تا مورچه برایم باقی ماند؟»

شاگردان راهنمایی و دبیرستان نیز می‌توانند از طرح کردن مسائل ریاضی سود ببرند. یک معلم هندسه از شاگردانش خواست معادله‌های اصلی را بسازند تا ساختار زیربنایی مسائل متن را بفهمند. یک معلم دبیرستان دیگر از دانش‌آموزان خواست در مورد مشکلات پولی که در زندگی با آن مواجه هستند بحثی داشته باشند، آنها را به شکل یک حلّ مشکل در بیاورند و به کلاس ارائه کنند. اکثر مسأله‌ها در مورد بهرهٔ قرض کارت

تصویر ۱-۱۰
نقاشی یک کلاس اوّلی



من یک ماشین داشتم و دوستم
به من سه ماشین دیگر داد.
حالا من چند تا ماشین دارم؟

اعتباری، هزینه‌های خرید و نگهداری ماشین و درآمدزا بودن یک شغل، نیمه‌وقت بودند. نوشتن در مورد آنچه در ریاضی یاد می‌گیرند به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا با نوشتن روش‌ها و مفاهیمی که از آن استفاده می‌کنند، به زبان خودشان، اطلاعات را درک کنند. کم‌کم آموزگاران می‌توانند از شاگردان بخواهند جملات زیر را کامل کنند: «من در مورد... واقعاً گیج شده‌ام» ، «فاکتورگیری راحت است اگر...» و «به نظر من ماشین حساب...». راه دیگر این است که از شاگردان بخواهیم یادداشتی به یکی از همکلاسی‌های غایب بنویسند و توضیح دهند که آن روز چه چیزی در کلاس آموخته‌اند (کانتری من، ۱۹۹۲).

روش‌های نوشتاری برای مطالعات تاریخی و اجتماعی

مطلب نوشتن دربارهٔ مسائل اجتماعی یا تاریخی در هر سطحی معمولاً به این نیاز دارد که دانش‌آموز دربارهٔ یک کشور، حادثه یا شخص تحقیق کند و مقاله‌ای بنویسد. این نوع تکالیف درسی اغلب بی‌معنا هستند و منجر به نوعی سرقت ادبی خلاق می‌شوند و یادگیری کمی دارند. اما نوشتن می‌تواند یک تجربهٔ یادگیری مشوّق باشد، به شرطی که دانش‌آموز چیزی به یاد ماندنی داشته باشد که درباره‌اش بنویسد. کسب موفقیت بیشتر در نوشتن بستگی دارد به آنچه که قبل از شروع شاگرد به نوشتن، اتفاق افتاده است. وقتی دانش‌آموزان اسلاید یا فیلم‌های با قدرتی می‌بینند یا در مورد یک مسأله‌ای جنجال‌برانگیز بحث می‌کنند یا لحظه‌ای را در تاریخ به نمایش درمی‌آورند، نه تنها اطلاعات به دست می‌آورند بلکه برای نوشتن انگیزه نیز می‌یابند.

در روش تاریخ زنده که در فصل ۹ گفته شد، دانش‌آموزان روی انواع زیادی از فعالیت‌های نوشتاری مانند مکالمه‌ها، شعر، داستان، تمجیدهای روزنامه‌ای، سخنرانی‌ها و نامه‌ها کار می‌کنند؛ برای مثال، تصور کنید تکلیف شاگردان این است که مکالمهٔ بین مارتین لوترکینگ و مالکولم را بنویسند. دانش‌آموزان ابتدا منابع موجود دربارهٔ حرکت قانون مدنی امریکا را می‌خوانند، می‌بینند و دربارهٔ آن صحبت می‌کنند.

سپس با همگروهی خود کار می‌کنند و هر کدام نقش یکی از این دو شخصیت امریکا را بازی می‌کند و درگیر ایفای نقشی می‌شود که جهت مفهوم دادن به مکالمه طراحی شده است. وقتی دانش‌آموزان آمادهٔ نوشتن می‌شوند، نظرات این دو نفر را بهتر می‌فهمند و برای نوشتن مکالمه، آمادگی و انگیزهٔ بیشتری دارند (مؤسسهٔ موادّ درسی معلمان ۱۹۹۹).

در یک مطالعه جنگ اوّل جهانی، دانش‌آموزان کلاس تاریخ زنده وانمود می‌کنند که سربازانی هستند داخل سنگر که به خانواده‌هایشان نامه می‌نویسند. برای این که حس این واقعه را بگیرند، دانش‌آموزان روی زمین و بین پستی و بلندی نیمکت‌ها می‌نشینند تا سنگرها را شبیه‌سازی کنند. اسلایدی از جنگ جهانی اوّل نیز روی دیوار مقابل نشان داده می‌شود تا جو را بهتر کند.

دیگر فعالیت‌های نوشتاری می‌تواند نوشتن یادداشت تفاهم به رهبری تاریخی که طرفدار یک حرکت یا سیاست جدید است، نوشتن مقالهٔ سردبیر یک روزنامه دربارهٔ واقعه‌ای تاریخی یا تحسین کردن شخصیت یک چهرهٔ تاریخی برجسته در روزنامه باشد. اگرچه روش تاریخ زنده برای مدارس راهنمایی و دبیرستان طراحی شده است، امّا دانش‌آموزان تمامی سطوح از این نوع تجارب نوشتن بهره می‌برند. شاگردان ابتدایی می‌توانند نقش شخصی که در یک دورهٔ خاص یا جای دیگری از کشور بوده را در نظر بگیرند و یادداشت‌هایی در دفترچه خاطرات بنویسند که آن شخص ممکن است نوشته باشد. دانش‌آموزان می‌توانند یک روزنامه دیواری درست کنند و وقایعی را که در دورهٔ تاریخی مورد مطالعهٔ آنان اتفاق افتاده است، گزارش کنند. البته باید گروه‌های سه یا چهار نفره مسؤول قسمت‌های مختلف روزنامه دیواری باشند.

در کلاس یک مهد کودک، بچه‌ها تصاویر کوچکی می‌کشند که نشانگر فعالیت‌های مختلفی است که آن هفته در کلاسشان اتفاق افتاده است و به معلم جمله‌ای را می‌گویند که آن را توضیح می‌دهد. او نیز جمله را می‌نویسد. محصول نهایی یک روزنامهٔ دیواری برای والدینشان از «وقایع کنونی» کلاس است. قبل از این که در آخر هفته روزنامه‌های

دیواری را به خانه ببرند، بچه‌ها نقش بازی می‌کنند که مثلاً روزنامه را برای والدین خود می‌خوانند. این نوع گفتن جملات و نوشتن آن توسط معلم، به ویژه برای بچه‌های کوچک، مهم است؛ چون به آنها امکان می‌دهد تا ببینند آنچه که می‌گویند می‌تواند نوشته شود.

نوشتن برای افزایش درک درس علوم

اگرچه درک مفاهیم علمی مهم است، امّا هدف مهمتر در آموزش علم این است که به شاگردان کمک کند تا یاد بگیرند مانند یک دانشمند بیندیشند و عمل کنند. نوشتن نقش مهمی در زندگی دانشمندان بازی می‌کند؛ چون آنها باید فرضیهٔ خود و طرح‌های آزمایشی خود را به صورت خلاصه توضیح دهند، هر مرحله از مطالعات خود را به دقت ثابت کنند و یافته‌ها و نتایج خود را به درستی در اختیار خوانندگان قرار دهند. یک معلم زیست‌شناسی، اهمیت مطالعهٔ دقیق و توضیح درست را به این صورت درس می‌دهد که از شاگردان می‌خواهد یک جسم ساده مانند برگ را مشاهده کنند و توضیح مفصّلی برای آن بنویسند. دیگر شاگردان سعی می‌کنند تا از توضیحات آنان، آن جسم را حدس بزنند. در یک فعالیت مشابه، این معلم به شاگردان یاد می‌دهد که چگونه با سه بار تا کردن یک کاغذ ۵×۳، شکل خاصی بسازند و برای دانش‌آموز دیگر دستوراتی بنویسند تا او آنها را انجام دهد و به همان شکل برسد.

در یک مدرسهٔ دیگر، یک معلم زمین‌شناسی از دانش‌آموزان می‌خواهد نقش یک فضانورد را در سفری به منظومهٔ شمسی فرض کنند و به دقت آنچه را که مشاهده می‌کنند برای دانشمندان روی کرهٔ زمین توضیح دهند. یک معلم زیست‌شناسی، نوشتن وکشیدن را با یک فعالیت به نام نوشتن سریع /کشیدن سریع ترکیب کرد. تصویر ۲ـ۱۰، مثالی برای توضیح و نقاشی یک شاگرد است که فرایند فتوسنتز را نشان می‌دهد.

دانش‌آموزان در هر سطحی می‌توانند راه‌های بسیاری پیدا کنند که به آنها کمک می‌کند تا تفکر آنان را از طریق نوشتن روشن کند. بخش مهمی از دانشمند بودن، سؤال

تصویر ۲-۱۰
یک نمودار رسم و نوشتن



کردن است. دانش‌آموزان می‌توانند پاسخ پرسش‌هایشان را از منابع متفاوتی پیدا کنند، اما یکی از مهیج‌ترین راه‌ها، ارتباط مستقیم با دانشمندان است. اینترنت امکان دسترسی به دانشمندان زیادی را فراهم می‌آورد؛ برای مثال، پروفسور **اریک چادلر** در دانشگاه واشینگتن در سیاتل دائماً پرسش‌های دانش‌آموزان را دربارهٔ مغز روی سایتی به نام (http://faculty. washington.edu/chudler/neurok.html) پاسخ می‌دهد.

عصب‌شناسی برای کودکان

نامه نوشتن به یک دانشمند واقعی نیازمند تفکر دقیق است؛ دربارهٔ این که چه پرسش‌هایی بکنند و چگونه آنها را مطرح کنند. این تجربه هیجان زیادی در دانش‌آموزان به وجود می‌آورد؛ چون دانش‌آموزان با شوق زیادی به پست الکترونیکی خود سر می‌زنند تا پاسخ پرسش خود را پیدا کنند. آنها همچنین می‌توانند از اینترنت استفاده کنند تا با دانش‌آموزان نقاط دیگر دنیا ارتباط برقرار کنند و اطلاعات دست اوّل دربارهٔ آب و هوا، شرایط زندگی، منابع غذایی، پوشش گیاهی و جانوری و... را به دست آورند. دانش‌آموزان می‌توانند علاوه بر جمع‌آوری اطلاعات، فرضیات جدیدی بدهند؛ مثلاً دربارهٔ این که چرا بین نقاط مختلف دنیا تفاوت وجود دارد. سپس با همکلاسی‌هایشان کار کنند و اطلاعات خود را به هم مرتبط سازند.

نوشتن برای تمامی موادّ درسی

فرصت‌های نوشتن در تمامی کلاس‌ها و سطوح وجود دارد. مجله‌های دانش‌آموزی منابع غنی اطلاعاتی برای آموزگاران هستند. علاوه بر این، وقتی دانش‌آموزان تفکرات خود را اصلاح می‌کنند به عنوان ابزاری برای انعکاس اندیشه‌های دانش‌آموزان عمل می‌کنند. اگرچه نوشتن آزاد ارزشمند است، اما گاهی اوقات ممکن است آموزگار از دانش‌آموزان بخواهد به پرسش‌هایی پاسخ دهند یا جملاتی را کامل کنند و از این راه، نظامی به نوشتن شاگرد بدهد. تصویر ۳ـ۱۰ چند مثال به شما نشان می‌دهد.

یک معلم زبان فرانسه در دبیرستان در یک روش بی‌نظیر از نوشتن در دو کلاس پیشرفتهٔ زبان فرانسه استفاده می‌کند: او از شاگردان می‌خواهد تا نامه‌های عاشقانهٔ بدون اسمی به زبان فرانسه به همکلاسی‌های خود در یک کلاس دیگر بنویسند. طبق گزارش این معلم، این یکی از فعالیت‌های مورد علاقهٔ شاگردانش است و واژگان آنها به ویژه صفت‌هایی که استفاده می‌کنند به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. در یک مورد دیگر، دو معلم کلاس پنجم با یکدیگر در طرحی همکاری می‌نمایند که در آن شاگردان

جدول ۱ـ۱۰
پرسش‌ها یا شروع جملات برای نوشتن مجله یا روزنامه دیواری

- **چیزی که دربارهٔ درس امروز به خاطر خواهیم داشت این است که...........................**
- **هنوز .... را درست متوجه نشده‌ام.**
- **آنچه که امروز یاد گرفتم با چیزی که از قبل می‌دانستم چگونه تطبیق می‌کند؟.....................**

..
- **آنچه که امروز فهمیدم، امّا در گذشته نفهمیده بودم این است که.......................................**
- **مشکل این درس که برای من از همه پیچیده‌تر بود این است که ....**
- **فعالیتی که امروز خیلی دوست داشتم................................**

مراحلی را که برای حلّ مسألهٔ امروز استفاده کردید توضیح دهید:

۱. ....
۲. ....
۳. ....
۴. ....

- **چیز جدیدی که امروز یاد گرفتم این بود که ....**

به یکدیگر نامه می‌نویسند. اما در این فعالیت، شاگردان یک کلاس نامه‌ای به سنگ صبور خود در کلاس دیگر می‌نویسند. آنها یکی از مشکلات کلاس یا مدرسهٔ خود را توضیح می‌دهند و از سنگ صبور راه حل می‌خواهند. وقتی نامه‌ها به دست شاگردان آن کلاس می‌رسد، قبل از نوشتن پاسخ، دربارهٔ راه حل‌های ممکن بحث و تبادل نظر می‌کنند.

آموزگاران می‌توانند از روش معروف «آنچه می‌دانم، آنچه می‌خواهم بدانم و آنچه یاد گرفتم» به عنوان ابزاری نوشتاری استفاده کنند و به شاگردان بگویند که در ابتدای هر درس در مورد آن درس مطالبی بنویسند. آنها مطالبی را که فکر می‌کنند دربارهٔ موضوع درس می‌دانند می‌نویسند سپس مطالبی را که دوست دارند بدانند به آن اضافه می‌کنند. وقتی آنها درس را می‌خوانند و جلو می‌روند می‌توانند مشاهدات خود را دربارهٔ آنچه می‌آموزند به نوشته‌هایشان اضافه کنند. وقتی دانش‌آموزان چیزهایی را که نوشته‌اند با یکدیگر مقایسه می‌کنند، این نوشته‌ها منابع با ارزشی برای مباحثه هستند علاوه بر این، وقتی آموزگار نوشته‌های دانش‌آموزان را به تدریج می‌خواند، ابزاری تشخیصی به دست می‌آورد - برای این که روی تفکر شاگردان نظارت داشته باشد و آموزش خود را مناسب با آنها تنظیم کند.

روش‌های تقویت حافظه، ابزاری برای کمک به حافظه

شما تعداد روزهای ماه، حروفی که در قرائت قرآن باید ادغام شوند یا ترتیب رنگها در یک طیف را چگونه حفظ می‌کنید؟ احتمالاً از روشی به نام روش تقویت حافظه استفاده می‌کنید؛ یعنی، راهی برای سازماندهی اطلاعات به نحوی که امکان یادآوری آن را بالا می‌برد. روش‌های تقویت حافظه، تاریخی طولانی و غنی دارند.

در یونان باستان از این روش بسیار استفاده می‌شد و آنها روش‌های تقویت حافظه را هنری مشکل می‌دانستند که نیازمند تخیل، تلاش و ذهنی فعال است. آنها مطالعهٔ روش‌های تقویت حافظه را یک عنصر حیاتی در آموزش علمی می‌دانستند. (این کار در فرهنگی که در آن لوح‌های سنگی یا گلی روش ابتدایی نوشتن بود، مفهوم بیشتری پیدا می‌کرد.)

با این وجود، امروزه موضوع روش‌های تقویت حافظه به ندرت در مجله‌های آموزشی یا حتی بین آموزگاران مطرح می‌شود. دلیل آن این است که چون تأکید روی یادگیری از راه معنادار بودن و ارتباط اطلاعات است، در نظر بسیاری از آموزگاران،

روش‌های تقویت حافظه فقط حفظ کردن محض یا بازی با حافظه هستند. به نظر بسیاری از آموزگاران، روش‌های تقویت حافظه از لحاظ علمی بی‌ارزش هستند؛ زیرا، کار زیادی برای تقویت یادگیری معنادار نمی‌کنند. امّا واقعیت این است که این روش‌ها می‌توانند برای یادگیری مؤثر باشند. ما می‌توانیم از آنها استفاده کنیم و به شاگردان کمک کنیم تا معانی واژه‌ها، تاریخ‌ها و حقایقی را که باید بدانند، به یاد بیاورند؛ مانند واژگان یک زبان بیگانه، واژه‌های علمی و ریاضی، نُت‌های موسیقی، توالی وقایع تاریخی و اطلاعات حقیقی و علمی در زمینه‌های دیگر. برخلاف آنچه که مردم می‌پندارند، روش‌های تقویت حافظه تنها یادگیری طوطیوار و حفظ کردن محض را به قیمت فهم مطلب و حلّ مشکل افزایش نمی‌دهند. در حقیقت، مدارک تحقیقاتی موجود نشان می‌دهند که استفاده از روش‌های تقویت حافظه برای یادگیری حقایق علمی اغلب می‌توانند توانایی شاگرد را در استفاده از این اطلاعات بهبود بخشند (لوین و لوین، ۱۹۹۰).

چرا روش‌های تقویت حافظه مؤثر هستند؟

روش‌های تقویت حافظه براساس این اصل است که مغز وسیله‌ای الگوطلب است که همواره به دنبال ارتباطات بین اطلاعاتی که دریافت می‌کند و ذخیره کرده، است. اگر مغز هیچ رابطه‌ای بین اطلاعات نیابد، احتمال این که اطلاعات در حافظهٔ درازمدت ذخیره شود بسیار پایین خواهد بود. متأسفانه، این قضیه در کلاس بسیار عادی انگاشته می‌شود. ما از شاگردان می‌خواهیم تا حجم بالایی از اطلاعات که معنای مرتبط ندارند یا معنای کمی دارند، مانند حروف الفبا یا مواردی که یک سیستم طبقه‌بندی را می‌سازند، را به یاد بسپارند. برای این نوع اطلاعات، روش‌های تقویت حافظه بسیار مؤثر هستند. این روش‌ها ارتباطاتی به وجود می‌آورد که به مغز یک چارچوب سازمانی می‌دهد که اطلاعات جدید روی آن قرار بگیرد. این فرایند نسبتاً ساده است و از سه مرحلهٔ اصلی تشکیل می‌شود:

۱. دانش‌آموز یک چارچوب دارد یا به او داده می‌شود؛

۲. موارد جدید به چارچوب مرتبط می‌شوند؛
۳. علامت‌های شناخته شده ـ چارچوب ـ به یادآوری اطلاعات جدید کمک می‌کنند.

اوایل کار، آموزگار چارچوب‌هایی را برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد، اما بعد خود دانش‌آموزان چارچوب‌هایی برای حفظ کردن اطلاعات دیگر به وجود می‌آورند که اغلب نیز پرمعناتر بوده و بنابراین ابزاری قویتر برای حافظه هستند.

انواع روش‌های تقویت حافظه

روش‌های تقویت حافظه دامنهٔ وسیعی را دربرمی‌گیرد که بعضی از آنها از بقیه شناخته شده‌تر است. یکی از رایجترینِ این روش‌ها، روش استفاده از جملات یا اشعار است؛ به نحوی که حرف اوّل کلمات آن شعر یا جمله یک کلمه را می‌سازد.

سرواژه‌ها شبیه به این جملات هستند با این تفاوت که آنها از یک کلمه استفاده می‌کنند نه یک جمله؛ مانند «هما» که تشکیل شده است از حروف اوّل هواپیمایی ملّی ایران. بسیاری از روش‌های تقویت حافظه شکل وزن‌دار یا عبارت بر خود می‌گیرند. [برای مثال به نمونه‌های زیر که در آموزش زبان عربی استفاده می‌شوند توجه فرمایید:

حرف علّه سه بود ای طلبه   واو و یا و الف منقلبه

در این مثال حروف علّه در قالب یک شعر آموخته می‌شوند یا می‌توان بخشی از احکام تجوید را در شعر زیر آموزش داد:

در یرملون ادغام کن   در حروف حلق اظهار کن
در حرف با قلب به میم   در مابقی اخفاء کن

یک مثال خوب برای استفاده از این گونه شعرها، کتاب جامع المقدمات است که در آن برخی از نکات دستور زبان عربی در قالب شعر آمده است تا مقدار زیادی اطلاعات را در چند بیت شعر به شاگردان آموزش دهد.]

وقتی شما به یاد می‌آورید که تصاویر چه قدر برای ذخیره و یادآوری اطلاعات قوی هستند، تعجبی ندارد که بدانید تصاویر در بسیاری از روش‌های تقویت حافظه نقش

بازی می‌کنند. واژه‌های کلیدی تقویت حافظه یکی از چندین روش تقویت حافظه هستند که موضوع مطالعات بسیاری بوده‌اند. استفاده از لغات کلیدی نیازمند مرتبط کردن دو مفهوم با استفاده از تصویربرداری ذهنی است و اغلب در مطالعهٔ کلمات جدید یک زبان دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ برای مثال، فرض می‌کنیم که شما به کلاس زبان می‌روید و برای جلسهٔ بعد باید یک فهرست از لغات انگلیسی را حفظ کنید. می‌توانید لغات را بارها و بارها تکرار کنید (تمرین تکراری) تا در نهایت به مغز شما بچسبد یا ممکن است تکه کاغذهایی را بسازید که کلمهٔ انگلیسی در یک سمت و معادل فارسی آن در سمت دیگر باشد و از آنها استفاده کنید تا معانی را به یاد آورید. اگر یاد گرفته باشید که از لغات کلیدی تقویت حافظه چگونه استفاده کنید، به ازای هر واژهٔ انگلیسی یک اسم ذات در زبان فارسی پیدا می‌کنید که هم صدا با آن واژه است. سپس تصویر آن واژهٔ فارسی را با معنی انگلیسی آن به نحوی با هم مرتبط می‌کنید تا معنی واژهٔ انگلیسی هیچ وقت از ذهن شما بیرون نرود.

تحقیقات انجام شده روی روش لغات کلیدی که توسط پرسلی و لوین در سال ۱۹۷۸ انجام شد، نتایج مفیدی به بار آورد. دانش‌آموزان کلاس ششم یک مدرسه با استفاده از این روش، واژه‌های بیگانه را دو برابر دانش‌آموزان هم سن و سال و با همان توانایی که خودشان واژه‌ها را یاد گرفتند، به یاد می‌آوردند. تحقیقات بعدی نشان داد که روش تقویت حافظهٔ لغات کلیدی وقتی برای زمینه‌های دیگر نیز استفاده می‌شود موفق عمل می‌کند. وقتی محققان دانش‌آموزان را پس از گذشت دوره‌ای از زمان آزمایش کردند، فهمیدند که روش تقویت حافظهٔ لغات کلیدی، تأثیری ماندگار دارد (جویس و شاورز ۱۹۸۸، پرسلی و لوین ۱۹۷۸).

روش‌های تقویت حافظهٔ مکانی نیز از ارتباطات استفاده می‌کنند تا حافظه را تقویت کنند، اما به جای ربط دادن یک واژه به یک تصویر، این روش واژه‌ها را به محل‌هایی مرتبط می‌کند که در حافظه ثبات یافته‌اند. سخنوران یونان باستان از این روش استفاده می‌کردند تا محتوا و ترتیب سخنرانی‌هایشان را حفظ کنند. در روش تقویت حافظهٔ

مکانی، شما در ذهن خود در یک مکان آشنا مانند خانهٔ خود قدم می‌زنید و چیزهایی را که باید به خاطر بسپارید در جاهای مختلف خانه تصور می‌کنید. تصور کردن این اجسام کمک می‌کند تا تصاویر ذهنی شما را از طریق بزرگ کردن اندازه، متحرک کردن یا عوض کردن رنگ آنها شفاف نماید. وقتی شما نیاز دارید که این فهرست را به یاد آورید، در خانه قدم می‌زنید و این موارد را به ترتیبی که شما در ذهن قرار داده بودید، می‌بینید.

زنجیرهٔ روایتی ارتباط نزدیکی با روش تقویت حافظهٔ مکانی دارد و نیازمند این است که مواردی که باید به خاطر سپرده شوند باید به یک چارچوب داستانی متصل شوند؛ برای مثال، گروه‌هایی از دانش‌آموزان در یک کلاس تعلیمات مدنی یک داستان درست کردند تا به آنها کمک کند که آزادی‌های موجود در جامعه را به ترتیب به خاطر بسپارند: آزادی دین، گفتار، مطبوعات، گردهمایی و حقّ حمل اسلحه. در یک داستان این گونه تصور می‌شد که گروه بزرگی از مردم در شهر تظاهرات می‌کنند و در نهایت، جلوی یک کلیسای بزرگ جمع می‌شوند. آنها دور و اطراف را بلندگو نصب می‌کنند و در مورد حقّ حمل اسلحه جهت حفاظت از خود سخنرانی می‌کنند. خبرنگاران زیادی از راه می‌رسند و شروع به عکسبرداری می‌کنند و با اعضای این گروه مصاحبه می‌کنند و آن را ضبط می‌کنند.

روش زنجیرهٔ روایتی نشان داده است که بسیار برتر از حفظ کردن معمولی است که در آن، افراد بدون هیچ کمکی سعی به یادسپاری اطلاعات می‌کنند. دو محقق به نام‌های **بوور** و **کلارک** از افرادی خواستند تا ۱۲ فهرست مختلف از ۱۰ واژهٔ نامرتبط با یکدیگر را یاد بگیرند. بعضی از افراد داستان‌هایی ساختند و واژه‌های هر کدام از فهرست‌ها را به یکدیگر مرتبط کردند. شاگردان یک گروه دیگر بدون استفاده از این روش واژه‌ها را یاد گرفتند. شاگردانی که از روش تقویت حافظهٔ زنجیرهٔ روایتی استفاده کرده بودند، بعدها بیش از ۹۰ درصد از ۱۲۰ درصد واژه‌ها را به یاد می‌آوردند، در حالی که گروه دیگر فقط ۱۳ درصد از واژه‌ها را به یاد آوردند (مکاجی و ویلسون، ۱۹۸۴).

آموزش روش‌های تقویت حافظه

تحقیقات نشان می‌دهد که عملکرد دانش‌آموزان در فعالیت‌های حافظه مرتبط با سن است. دانش‌آموزان نابالغ (از جمله بچه‌هایی با عقب ماندگی ذهنی و بچه‌هایی که دچار مشکلات یادگیری هستند) به احتمال زیاد با تکالیف مربوط به حافظه مشکل دارند و دچار مشکلات یادگیری می‌شوند (پرسلی و لوین، ۱۹۸۷). در طیّ سال‌های مدرسهٔ ابتدایی، دانش‌آموزان به تدریج نتیجهٔ بهتری در آزمون حافظه به دست می‌آورند، امّا تا حدود سن ۱۰ سالگی روش‌های تقویت حافظه را درست هنگامی که وجود آن مفید است به وجود نمی‌آورند. حدود کلاس پنجم است که شاگردان به تدریج استفادهٔ مؤثرتری از روش‌های تقویت حافظه را از خود نشان می‌دهند (مولی و دیگران، ۱۹۶۹).

همچنین محققان نشان داده‌اند که شاگردان قوی در تمامی سنین توانایی بیشتری دارند تا روش‌های یادگیری مؤثر را خودشان به وجود بیاورند، در حالی که شاگردان ضعیف یا شاگردانی که دچار ناتوانی در یادگیری هستند نمی‌توانند این کار را بکنند. با این وجود، شاگردان نابالغ و کسانی که عموماً در یادگیری موفق نیستند می‌توانند آموزش ببینند تا از طریق مشاهده و فرصت‌های فراوان تکرار از روش‌های مؤثر استفاده کنند. حتی یک روش حافظهٔ معمولی ـ مثل تکرار کردن اطلاعات برای خودتان ـ احتمالاً از طریق یک مثال یادگرفته شده است و به خودی خود به وجود نیامده است. بچه‌ها این مهارت‌ها را از کجا می‌آموزند؟ مدارک نشان می‌دهند که کلاس نقش مهمی بازی می‌کند (مولی و دیگران، ۱۹۶۹). آموزگاران می‌توانند به شاگردان کمک کنند تا بفهمند حافظه‌شان چگونه کار می‌کند، به آنها ابزارهای مختلف تقویت حافظه را می‌شناسانند و نشانه‌هایی فراهم می‌آورند که مشخص کند چه وقت از این روش‌ها استفاده کنیم. وقتی شاگردان روش‌های مناسب و نحوهٔ استفاده از آنان را می‌شناسند، احتمال بیشتری می‌رود که دربارهٔ زمان استفاده از آنان تصمیم آگاهانه‌ای بگیرند.

روش‌های تمرین فعال برای یادسپاری درازمدت

بحث حافظهٔ فعال در فصل ۶ بین تمرین تکراری و تشریحی تمایز ایجاد کرد. دیدیم که تمرین تکراری روشی مؤثر برای به دست آوردن روندها یا مهارت‌هایی خاص و ملکه شدن آن کارهاست؛ مثلاً برای این که در کار با دستگاه تایپ مهارت پیدا کنید باید بارها و بارها با آن کار کنید.

اما برای حافظهٔ معنایی، تمرین تکراری مؤثر یا مفید نیست. برای اطلاعات معنایی، تمرین تشریحی بسیار مؤثرتر است. در فصل‌های قبلی این کتاب، روش‌های تمرین تشریحی فراوانی ارائه شد که برای به رمز درآوردن و بازخوانی اطلاعاتی که ما در مدارس آموزش می‌دهیم، خوب جواب می‌دهند. شاید شما متوجه شده باشید که تمامی این روش‌ها فرد یادگیرنده را به طور فعالی درگیر می‌نمایند. این بخش روش‌های بیشتری را بررسی می‌کند که به شاگردان امکان می‌دهد تا اطلاعات را فعالانه پردازش نمایند.

آموزش همتراز

این گفته که «بهترین راه برای یادگرفتن چیزی درس دادن آن است»، چیزی بیش از یک حقیقت کوچک است. یاد دادن یک مهارت یا مفهوم به شخص دیگر نیازمند درک نسبتاً بالایی از آن مفهوم یا مهارت است. ما خیلی اوقات از فهم شاگردان با پرسیدن این پرسش مطمئن می‌شویم که درس را فهمیده‌اند و یا سؤالی دارند. اگرچه ممکن است این کار در برخی شرایط مفید باشد، امّا اغلب دانش‌آموزان فکر می‌کنند که درس را فهمیده‌اند در حالی که نفهمیده‌اند یا از این که اقرار به نفهمیدن کنند هراس دارند. به جای پرسیدن این سؤالات، بهترین روش این است که دانش‌آموزان یک هم‌گروهی برای خود پیدا کنند و یکی از آنها شمارهٔ ۱ و دیگری شمارهٔ ۲ باشد. معلم بعد از تدریس بخشی از درس، از شاگرد شمارهٔ ۱ می‌خواهد که وانمود کند که شمارهٔ ۲ بیرون از کلاس بوده است و هنگام درس حاضر نبوده است. حالا شاگرد شمارهٔ ۱ وظیفه دارد که تدریس را به عهده بگیرد و مطالبی را که تدریس شده است به شاگرد شمارهٔ ۲ بیاموزد. کمی بعد

نقش این دو عوض می‌شود. وقتی شاگردان به یکدیگر درس می‌دهند، معلم با دقت به توضیحات آنها گوش می‌دهد و بر آنها نظارت دارد.

آموزش همتراز به چندین هدف می‌رسد. اوّل این که به شاگردان فرصت می‌دهد تا آنچه را که آموخته‌اند تمرین کرده و بنابراین مسیرهای عصبی خود را تقویت کنند. همچنین شاگردان به درس توجه بیشتری می‌کنند؛ چون می‌دانند باید این اطلاعات را در اختیار دیگری قرار دهند. این روش همچنین به شاگردان سازماندهی ذهنی را می‌آموزد: وقتی شاگرد شمارهٔ ۱ به شمارهٔ ۲ درس می‌دهد، فرصت می‌یابد تا آنچه که واقعاً می‌فهمد و آنچه که هنوز مبهم است را بفهمد. در نهایت این که تدریس همتراز، اطلاعات تشخیصی با ارزشی برای معلم فراهم می‌آورد و معلم می‌فهمد که دانش‌آموزان درس را تا چه حد فهمیده‌اند و احتمالاً چه مفاهیم غلطی در ذهنشان به وجود آمده است. فهمیدن این اشتباهات به هنگام تدریس بسیار بهتر از این است که صبر کنیم تا هنگام امتحان آنها را بفهمیم.

تدریس همتراز می‌تواند به روش‌های مختلفی انجام شود. شاگردان می‌توانند خلاصه‌ای کوتاه یا طرحی از آنچه که یاد گرفته‌اند را قبل از درس دادن به یکدیگر درست کنند؛ معلم می‌تواند از شاگردان بخواهد تا قبل از این که درگیر درس دادن شوند به مدت یک دقیقه به آنچه که یادگرفته‌اند فکر کنند (این کار اغلب «تفکر، هم‌گروه شدن و در اختیار گذاشتن اطلاعات» نامیده می‌شود) یا دو دانش‌آموز به دو دانش‌آموز دیگر درس بدهند.

معلم علوم یک دبیرستان نوع دیگری از تدریس همتراز را استفاده می‌کند که آن را «کنترل دوباره» می‌نامد. او شاگردان را در گروه‌های دو نفره قرار می‌دهد و به آنها سه تا پنج دقیقه وقت می‌دهد تا دو کار انجام دهند: اوّل این که، هر شاگرد یک بند از متن را بی‌صدا می‌خواند؛ سپس کتاب را می‌بندد و خلاصهٔ آن را برای دوستش می‌خواند و دوستش متن را کنترل می‌کند تا از درستی محتوا مطمئن شود. این دو نفر به نوبت پرسش‌هایی مطرح می‌کنند و پرسش‌های یکدیگر را پاسخ می‌دهند.

مرور فعال

اگرچه مرور مطالب آموخته شدهٔ قبلی ضروری است، امّا می‌تواند کسالت‌آور و بی‌فایده باشد، به خصوص اگر تمامی مسؤولیت مرور درس را معلم به عهده بگیرد. (به یاد داشته باشید فردی که درس را مرور می‌کند همان کسی است که به تعداد دندریت‌های خود می‌افزاید).

مشارکت دادن شاگردان در فرایند مرور درس می‌تواند تأثیر مرور درس را بیشتر کند و نیز برای شاگردان سرگرمی و انگیزش باشد. یک معلم هندسه بعد از شش هفتهٔ اوّل مدرسه، هفته‌ای یک بار درس را مرور می‌کند. البته او کار مرور را انجام نمی‌دهد، بلکه شاگردانش این کار را می‌کنند. معلم تاریخی را مشخص می‌کند، امّا شاگردان می‌توانند هر کدام از مطالب قبلی را که دوست دارند برای کلاس مرور کنند. آنها فرمی را کامل می‌کنند که نشان می‌دهد «چه محتوایی را انتخاب کرده‌اند» و «چرا» و نیز «از چه وسایلی استفاده می‌کنند». همچنین آنها یک توضیح یک صفحه‌ای از موضوع و هدف‌هایشان برای معلم خود می‌نویسند تا او نیز کار آنها را تأیید کند. این معلم می‌گوید که شاگردانش به روش‌های مختلفی مطالب را ارائه نموده‌اند، از کارهای عروسکی گرفته تا کارتون، امتحان و داستان‌های کوتاه و بهتر از همه این که طبق گزارش او علاقه و درک شاگردان از هندسه به مقدار زیادی افزایش یافته است.

بازی‌ها نیز می‌توانند برای شاگردان روش فعال و پرانگیزه‌ای را جهت مرور آنچه که آموخته‌اند فراهم آورند، امّا تأثیر این بازی‌ها بیشتر خواهد بود البته در صورتی که خود شاگردان در طراحی و ساخت این بازی‌ها شرکت داشته باشند. معلم یک کلاس ششم به گروه‌های دانش‌آموزان کلاس می‌گوید که یک بازی طراحی کنند و درس مطالعات اجتماعیی را که تمام کرده‌اند، مرور کنند. آنها در مورد ویژگی‌های یک بازی خوب صحبت کرده و سرفصلی برای آن تهیه می‌کنند و سپس بازی خود را می‌سازند. بعضی گروه‌ها، بازی‌های پای تخته سیاه و دیگران، بازی‌های نمایشی طراحی کردند. یک روز به عنوان روز «مرور مطالب» در نظر گرفته شد. گروه‌ها برای هر بازی چرخش داشتند تا

فرصت‌هایی برای تمرین مطالب پدید آید.

مرور واژگان نیز در صورتی که معانی واژه‌ها در شکل یک بازی امتحان شوند، سرگرم کننده‌تر خواهد بود. یک معلم بازیی طراحی کرده که در آن شاگردان تصویری می‌کشند که نمایانگر واژه‌هایی باشد و بقیهٔ شاگردان باید سعی کنند تا آن واژه و معنایش را مشخص کنند. یک کلاس دیگر واژگان را برای امتحان بعدی به صورتی مرور می‌نمایند که آنها را به صورت گروهی بازی می‌کنند.

فعالیت‌های یادگیری عملی

شما ترجیح می‌دهید که سفری به هاوایی داشته باشید یا تصاویر سفر یک نفر دیگر را تماشا کنید؟ اگرچه ممکن است این سؤال احمقانه به نظر برسد، امّا خود ما از دیرباز آموزش خود را بر پایهٔ نشان دادن تصاویر به شاگردان بنا نهاده‌ایم. ما شاگردان را پشت میز نشانده‌ایم، به آنها گفته‌ایم که ساکت باشند و مطالعهٔ موادّ درسی را محدود به شنیدن یا خواندن مطالب کرده‌ایم تا تجربه کردن آنها. ظاهراً ارسطو گفته است که «آنچه که ما مجبوریم یاد بگیریم تا انجام دهیم، از طریق انجام دادن آن یاد می‌گیریم.» تجربه کردن یکی از بهترین راه‌هاست برای این که ارتباطات عصبی قوی و دائمی بسازیم. این تجارب حواس بیشتری را درگیر می‌کنند و از مسیرهای بیشتری برای ذخیره ـ و بنابراین از راه‌های بیشتری برای یادآوری ـ اطلاعات استفاده می‌کنند. شاید به همین دلیل است که ما آنچه تجربه کرده‌ایم را بهتر از آنچه خوانده یا شنیده‌ایم به یاد می‌آوریم. درست است که امکان ندارد شاگردان هر چیزی راکه ما به آنها یاد می‌دهیم تجربه کنند، امّا ما احتمالاً فرصت‌های زیادی را از دست می‌دهیم که شاگردان می‌توانند در یک یادگیری درست مشارکت داشته باشند.

در انتخاب یا طراحی فعالیت‌های عملی، مهم این است که تأکید کنیم هدف این فعالیت‌ها تقویت آموزش در موادّ درسی مرتبط با هم باشد. شاید ما وسوسه شویم که دربارهٔ یک فعالیت به نظر خیلی سرگرم کننده مطالبی بخوانیم یا بشنویم و آن فعالیت را

به جدول روزانهٔ فعالیت‌های خود اضافه کنیم تا علاقه یا انگیزه را بیشتر کنیم. اگرچه ممکن است شما بتوانید آن فعالیت را فعالیتی بدانید که به شاگردان کمک می‌کند تا از دستورات پیروی کنند یا با یکدیگر همکاری داشته باشند، امّا آن فعالیت باید هدف بزرگتری را نیز دنبال کند. فراموش نکنید که فعالیت‌های عملی بسیار ارزشمند هستند البته در صورتی که فعالیت‌های ذهنی نیز باشند.

مدرسهٔ ابتدایی

اگر تخم‌مرغ یا تخم یک اردک را در یک ماشین جوجه‌کشی به جوجه تبدیل کنیم؛ مطالعه در مورد پرندگان و نحوهٔ تولیدمثل آنان بهتر درک می‌شود؛ راه‌های اضافی برای یادگیری بچه‌ها عبارتند از: خطوط زمانی برای رشد جوجه، نیاز به مواد غذایی (قبل و بعد از جوجه شدن) و مراقبت از جوجه‌ها وقتی از تخم بیرون می‌آیند. درس بعدی می‌تواند این باشد که فعالیت‌های انسان چگونه پرندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. آن فعالیتی که قبلاً در موردش صحبت کردیم و در مورد اثر نشت نفت برروی پرندگان بود با این درس هماهنگی زیادی دارد.

برای این که درس کسرها را با بچه‌های ابتدایی آغاز کنیم، دانش‌آموزان می‌توانند یک پرتقال را پوست بکنند و آن را تقسیم کنند، قسمت‌ها را بشمارند و در مورد قسمت‌هایی (کسرهایی) از کل صحبت کنند. در مطالعهٔ بدن، اگر به دانش‌آموزان نشان دهیم که ضربان قلب خود را در حال استراحت و پس از دویدن چگونه اندازه‌گیری کنند، دانش‌آموزان کار قلب را بهتر می‌فهمند. یک گوشی پزشکی و یک دستگاه فشار خون می‌توانند این یادگیری را بیشتر افزایش دهند. بادکردن نصف یک بادکنک و فشار دادن هوای آن از یک سمت بادکنک به سمت دیگر به شاگردان کمک می‌کند تا فشار هوا و شش‌هایشان را بهتر بفهمند و نیز قانون بویل (Boyle) را یاد بگیرند. (قانون بویل می‌گوید که کم کردن حجم یک گاز فشار آن را بیشتر می‌کند.)

مدرسهٔ راهنمایی

فعالیت‌های عملی خوب سازماندهی شده برای دوران بلوغ پرانرژی بسیار مناسب هستند. این شاگردان فعالیت‌هایی را دوست دارند که عنصر هیجان را در خود دارد و آنها را درگیر یک فعالیت عملی می‌کند؛ برای مثال، در درس اندازه‌گیری برای شاگردان بسیار جالب است که بفهمند حدود شش پا قد دارند (اگر از پای خود برای اندازه‌گیری استفاده کنند). می‌توانند قد خود را روی دیوار اندازه بگیرند و بعد ببینند قد آنها چند پاست. همچنین می‌توانند نمودارهایی بسازند و میانگین قدّ کلاس را به عنوان بخشی از این فعالیت مشخص کنند.

بسیاری از کلاس‌های امروزی شاگردانی از فرهنگ‌ها و سابقه‌های متفاوت در خود دارند. برای این که درک آنها را از فرهنگ بیشتر کنیم، شاگردان می‌توانند کیسه‌هایی از صنایع دستی که نشانگر فرهنگ آنان است را به کلاس بیاورند و سپس محتوای کیسه را به همکلاسی‌های خود نشان دهند و در مورد اهمیت هر کدام از این صنایع دستی توضیح بدهند.

اگر شاگردان از یک تخم‌مرغ با پوستهٔ حل شده به عنوان نمونه‌ای از بافت یک سلول زنده استفاده کنند، فرایند اُسمز ـ که در حفظ تعادل آب در سلول‌های زنده حیاتی است ـ را برای مدتی طولانی به خاطر خواهند داشت. آنها دو تخم‌مرغ را وزن می‌کنند و سپس پوست آنها را با یک شب خواباندن آنها در سرکه از بین می‌برند. سپس یکی از آنها را در آب مقطر و دیگری را در شربت ذرت می‌خوابانند. در روز سوم، تفاوت در اندازه، شکل و وزن این تخم‌مرغ‌ها، به دلیل گرفتن یا از دست دادن آب از طریق بافت بیرونی (اُسمز)، جالب و فراموش ناشدنی خواهد بود. دیدن همان باور کردن و فهمیدن است.

دبیرستان

مفهوم نیروها در ساختارها به وسیلهٔ یک فعالیت علمی که حالت‌های متفاوتی دارد، روشن‌تر می‌شود. شاگردان تشویق می‌شوند تا قویترین ساختاری را که می‌توانند با

استفاده از موادّساده مانند نی‌پلاستیکی، چسب سلفون و چوب بستنی بسازند. برای شاگردان مهم است که روند ساختی را که استفاده کردند، اصولی را که فهمیدند و نحوهٔ استفاده از این اصول در ساختارهای واقعی را ضبط کنند. در همین زمینه، معلمان می‌توانند شاگردان را تشویق کنند تا یک دیوار آجری (با استفاده از آجرهای چوبی ۵ سانت در ۲/۵ سانت) بسازند که برای تحمل یک زلزلهٔ متوسط به قدر کفایت قوی باشد. گروه‌های دانش‌آموزی در مورد سیستم تحقیق صحبت می‌کنند، طرح آن را می‌کشند، بخشی از دیوار را می‌سازند، سپس طرح خود را با طرح‌های گروه‌های دیگر مقایسه می‌کنند، تعداد آجرهای مورد نیاز، این که کدام دیوار در برابر زلزله مقاوم است و... را بررسی می‌کنند.

بسیاری از معلمان فیزیک معتقدند که درس آنها از طریق فعالیت‌های عملی بهتر فهمیده می‌شود. در این کلاس‌ها، شما تدریس کوتاهی خواهید دید به همراه گروه‌هایی از شاگردان که در فعالیت‌هایی شرکت دارند؛ از قبیل تعیین تراکم‌ها با استفاده از آب‌سنج‌هایی که خودشان ساخته‌اند یا آزمایش مفاهیم اساسی فیزیک در نیرو و اصطکاک با استفاده از ماشین‌های اسباب بازی روی یک مدل کوچک جاده که ساخته‌اند.

فعالیت‌های عملی از طریق همکاری دانش‌آموزان و یادگرفتن از یکدیگر، انرژی و اشتیاق به آن درس را به وجود می‌آورد. این فعالیت‌ها نیازمند برنامه‌ریزی و سازماندهی دقیق، استفاده از منابع و خلاقیت بالا از سوی معلم هستند، امّا معلمان معتقدند که موفقیت شاگردان در یادگیری ارزش آن زحمات را دارد.

نتیجه گیری

حالا ما به انتهای سفر خود در مغز رسیده‌ایم و شاید درست‌تر این باشد که بگوییم تازه سفر خود را آغاز کرده‌ایم. ما در طول سه دههٔ گذشته، در مورد مغز، بیشتر از کلّ تاریخ بشریت مطلب آموخته‌ایم، امّا چیزهای بیشتری برای آموختن وجود دارد. همان طور که

پیشرفت‌های جدید در عصب‌شناسی جالب هستند، مباحثی که بین عصب‌شناسان، دانشمندان شناختی و آموزگاران آغاز گردیده است جالب‌تر است. برای اوّلین بار، مباحث زیادی می‌بینیم بین آنها که تحقیق می‌کنند و آموزگارانی که به دنبال استفاده از این تحقیقات هستند. وظیفهٔ ما این است که مطلب را بخوانیم و مصرف کنندگان آگاهتری شویم. اطلاعات دربارهٔ مغز و نحوهٔ یادگیری آن نه تنها جالب است، بلکه عنصری مهم در اساسی است که برروی آن باید تصمیمات آموزشی خود را بنا نهیم. مطالعهٔ مغز مهم است؛ چون فرزندان ما مهم هستند.

تمرین

۱ـ یکی از فعالیت‌های نوشتن را برای استفادهٔ شاگردان خود انتخاب کنید. برای خود، از فعالیت، عکس‌العمل شاگردان، مشکلاتی که با آن مواجه می‌شوید و ارزیابی خودتان از تأثیر این فعالیت، توضیحاتی یادداشت کنید.

فعالیت

۲ـ در یک جلسهٔ هیأت علمی توضیح دهید که «روش‌های تقویت حافظه چه هستند؟»، «چرا مفیدند؟» و «زمان استفادهٔ مناسب از آنها چه وقت است؟» جلسه‌ای را مشخص کنید تا معلمان روش‌های تقویت حافظه‌ای که خود یا شاگردانشان به وجود آورده‌اند را در اختیار دیگران بگذارند.

۳ـ اگر گروه مطالعاتی شما شروع به تهیهٔ جزوه‌ای از روش‌های سازگار با مغز کرده است، مثال‌هایی از فعالیت‌های نوشتن، روش‌های تقویت حافظه و دیگر روش‌های یادگیری مفید به آن اضافه کنید.